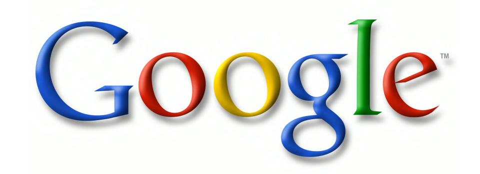


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/

LA

ZONE DES COLS

DANS LA VALLÉE DE LAUENEN

(ALPES BERNOISES)

THÈSE

présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Lausanne
pour l'obtention du Diplôme de Docteur ès sciences

PAR

GEORGES RŒSSINGER
de Couvet (Neuchâtel).

LAUSANNE
IMPRIMERIE CORBAZ & C[ie]

1904

Digitized by Google

HARVARD UNIVERSITY



DEPARTMENT OF
GEOLOGICAL SCIENCES
LIBRARY

Transferred to
CABOT SCIENCE LIBRARY
June 2005

Digitized by Google

LA ZONE DES COLS

DANS LA VALLÉE DE LAUENEN

(ALPES BERNOISES)

THÈSE

présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Lausanne
pour l'obtention du Diplôme de Docteur ès sciences

PAR

Georges RŒSSINGER
de Couvet (Neuchâtel).

LAUSANNE
Imprimerie Corbaz & Cie
—
1904

Digitized by Google

QE
285
R6
MAR 30 1970

Digitized by Google

Le doyen de la Faculté des Sciences, vu le rapport de MM. Lugeon et Renevier, professeurs, autorise l'impression de la dissertation de M. G. Rœssinger intitulée : *La géologie de la vallée de Lauenen.*

Lausanne, le 7 mai 1904.

E. WILCZEK.

Digitized by Google

Digitized by Google

LA ZONE DES COLS

DANS LA VALLÉE DE LAUENEN

(Alpes bernoises)

SOMMAIRE

---

1. Introduction.

La *Zone des Cols* (E. Renevier) est la zone déprimée, formée surtout de terrains tendres triasiques et jurassiques, qui s'étend le long des cols du Pillon, du Krinnen, du Trüttli et du Hahnenmoos. (Voyez la feuille XVII des cartes géologiques suisses au 100 000e). Elle est limitée au sud par les *Hautes-Alpes calcaires* (E. Renevier), surtout crétaciques et éocènes ; au nord, par la *Zone du Niesen* (B. Studer) entièrement de Flysch.

Digitized by Google

Les géologues de la Suisse occidentale étendent aujourd'hui le terme de *Préalpes romandes*, créé par M. Renevier pour les chaînes calcaires situées au nord de la Zone du Niesen, à l'ensemble formé par ces chaînes, la Zone du Niesen et la Zone des Cols.

Aucune description un peu détaillée de la Zone des Cols n'a été publiée jusqu'à ce jour. Son étude s'imposait donc, d'autant plus que cette zone mal connue joue un rôle particulièrement important dans les brillantes synthèses des Alpes suisses de M. Hans Schardt (8) et de M. Maurice Lugeon (13) [1].

Le travail qu'on va lire est le résultat de deux étés de recherches dans la vallée de Lauenen sur Gessenay (Alpes bernoises ; étés 1899 et 1900). J'ai en outre exploré sommairement la vallée de la Lenk, en 1902.

Malgré tout le temps employé je dois avouer que ma tâche est restée à moitié faite. L'âge de bien des terrains n'a pas encore pu être déterminé avec précision, et par conséquent la tectonique est restée en souffrance elle aussi. La mystérieuse Zone des Cols est loin d'avoir livré tous ses secrets [2].

Je fais ces aveux sans aucune espèce de honte ; la description détaillée qui va suivre montrera combien la tâche était ardue et m'excusera, je l'espère, auprès du lecteur.

Etant donné le grand nombre de points douteux qui restent dans la géologie de mon champ d'étude, j'ai été absolument sobre de considérations générales et théoriques. La chose va de soi : on n'édifie que sur des fondements bien assis.

M. Maurice Lugeon, mon professeur, m'a indiqué le

[1] Les chiffres entre parenthèses renvoient à l'index bibliographique à la fin du présent travail.

[2] La carte et les profils de mon travail sont forcément par places un peu schématiques et simplifiés : le texte indique la complication réelle des affleurements.


Digitized by Google

sujet de ma thèse et a contrôlé mes recherches. Il a fait en outre sur le terrain quelques observations et remarques personnelles dont je lui tiendrai compte dans le courant de mon travail.

Je lui dois, ainsi qu'à M. Eugène Renevier, mon autre professeur, plusieurs excellentes directions.

M. F.-A. Forel m'a fait des critiques bienveillantes et fondées, et M. H. Schardt m'a conseillé pour l'impression de mes figures.

Je remercie respectueusement tous ces Messieurs.

2. Historique.

Dans sa *Geologie der westlichen Schweizer-Alpen*, BERNARD STUDER *(1834)* fixe les grands traits géologiques de la région de Lauenen (1). La carte de l'atlas accompagnant ce volume, montre trois zones traversant la vallée :

Une bande de *calcaire à Nummulites* représente le bord N. des Hautes-Alpes ;

Une *ligne d'anhydrite* (gypse ; avec aussi de la cornieule et du calcaire) correspond à la Zone des Cols ;

Une large bande de *grès* constitue la Zone du Niesen.

Studer admet que la « ligne d'anhydrite » est un lieu de dislocations ; c'est pour lui un *axe d'éruption* (lisez : un anticlinal) bordé de part et d'autre de terrains plus récents et dont le gypse représente du calcaire épigénisé par les actions orogéniques. Une ligne de contact anormal court entre le gypse et le calcaire à Nummulites plus au S.

Des discussions s'élevant autour de *1878* sur l'âge et l'origine des gypses et cornieules alpins, S. CHAVANNES et M. DE TRIBOLET vont étudier la Zone des Cols (2 et 3). Ils concluent à l'âge éocène et à l'origine épigénique.

G. ISCHER chargé par la Commission géologique suisse de décrire les territoires compris dans la partie N.-E. de la feuille XVII au 100 000e, n'a publié que deux courtes

Digitized by Google

notices en *1878* (4, 5), dont l'une accompagnée de profils, et cette carte en *1882* (6).

La carte est le principal de ces documents. C'est elle qui sert encore aujourd'hui. Les trois bandes de Studer y deviennent des zones riches en terrains. Dans la Zone des Cols le gypse s'accompagne de terrains jurassiques, en particulier liasiques ; il appartient donc, d'après Ischer et en réalité, au Trias.

Dans ses profils, Ischer essaye d'expliquer en général par de simples plissements les dislocations intenses qu'il reconnaît dans la Zone des Cols. Mais il n'y arrive qu'en donnant à ses plis des allures très bizarres. La conception générale qu'il se fait de cette tectonique est celle de Studer.

M. E. Renevier en *1879* suit les schistes liasiques des Alpes vaudoises jusqu'à Lauenen et la Lenk dans la Zone des Cols (7).

M. Quereau en *1894* visite la vallée de la Lenk et le haut du versant E. de celle de Lauenen (9). Il y fait quelques observations personnelles. En outre il donne une coupe qui est une interprétation nouvelle des levers d'Ischer : dans le fond de la vallée de la Lenk, *la Zone des Cols est étalée largement en recouvrement sur le pied des Hautes-Alpes*. Ainsi s'expliquerait la ligne de contact anormal signalée par Studer entre les deux zones. *La Zone des Cols est formée par de grandes masses isoclinales empilées*.

M. Lugeon en *1896*, après avoir visité Lauenen, émet des vues tectoniques semblables (10).

En *1901* une notice préliminaire résume mes recherches à Lauenen, plus les quelques observations faites par M. Lugeon et dont j'ai parlé plus haut (11).

En somme, avant 1899, la région de Lauenen n'avait reçu que des visites très courtes de la part des géologues.

Digitized by Google

3. Aperçu géologique préliminaire.

Naturellement j'ai étudié à Lauenen, outre la Zone des Cols, les bords des deux zones limitrophes : les Hautes-Alpes et la Zone du Niesen.

Le bord des *Hautes-Alpes* n'offre pas de difficultés spéciales. Formé de terrains faciles à reconnaître, il est affecté de plis et de failles assez normaux (profil II). Il offre cependant des phénomènes de recouvrement (voûte urgonienne-nummulitique sous-jacente à l'Hauterivien au S. d'Hinter'm See (profil II).

L'étude de la *Zone des Cols* est difficile par le fait du glaciaire qui la recouvre sur des étendues considérables. Mais de plus cette zone a une structure des plus compliquées. Les profils montrent au premier coup d'œil le *désordre*, pour ainsi dire, dans lequel se superposent les terrains (profils I et III) ; nulle part on ne voit de séries stratigraphiques un peu complètes. Entre la plupart des masses sédimentaires en contact il paraît y avoir des *lacunes*.

Comme d'autre part les fossiles sont rares ou du moins mal conservés, le lecteur comprendra pourquoi l'âge de tous les terrains n'a pu être fixé exactement.

Le Flysch joue un rôle prépondérant dans la Zone des Cols. Au point de vue des terrains mésozoïques on reconnaît facilement dans cette zone trois sous-zones : une *sous-zone S.*, caractérisée par les *Marnes mésozoïques diverses* ; une *sous-zone moyenne,* ou zone du *Lias supérieur ;* une *sous-zone N.* qui n'offre guère que du *Trias* ou des *zones de broyage* pincés dans le Flysch. (Voyez la carte et les profils I et III.)

La *Zone du Niesen* se relie intimement à la sous-zone N. dont elle forme pour ainsi dire la partie supérieure.

Dans l'empilement isoclinal inouï de la Zone des Cols

Digitized by Google

on peut distinguer seulement : 1° des masses étendues et très laminées ; 2° des masses restreintes en forme de *lentilles* et de *blocs* [1] ; 3° des *zones de broyage*, qui sont de longues séries de lentilles et de blocs divers. Il serait très difficile de délimiter avec certitude des *écailles* ou des *plis*.

La Zone des Cols est en recouvrement sur le bord des Hautes-Alpes, comme Quereau l'a reconnu. *Les plis et les failles du substratum haut-alpin affectent en concordance le superstratum préalpin.*

La comparaison des profils permet de se rendre compte de ces faits. Les couches haut-alpines (profil II) s'étendent au loin vers le N. dans le fond de la vallée, tandis que les couches préalpines (profils I et III) occupent les arêtes au-dessus d'elles. Les alternats de marnes secondaires et de Flysch préalpin du Rothhorn (profil III) se bombent par dessus le Nummulitique sous-jacent qui appartient à la charnière de l'anticlinal haut-alpin du Dungelschuss (profil II.)

STRATIGRAPHIE

I. LE PIED DES HAUTES-ALPES.

A Lauenen, dans les Hautes-Alpes, je n'ai guère pu que refaire les observations de M. Renevier sur les Alpes vaudoises (7), sans y ajouter de faits nouveaux importants.

On reconnaît les terrains suivants :

1° L'HAUTERIVIEN, formé de marnes et de calcaires fon-

[1] Ces lentilles et blocs sont *inclus* dans les divers terrains anciens de la Zone des Cols ; on ne peut donc les confondre avec les blocs erratiques. Parfois cependant des groupes de blocs *déchaussés* se rencontrent à la surface de terrains tendres anciens, dans des territoires peu déclivés, non surmontés de parois et dépourvus de glaciaire. Ces blocs sont formés par les mêmes roches que les blocs inclus dans les terrains anciens. Ils représentent donc probablement des restes de pareils blocs inclus, déchaussés par ablation de la roche tendre encaissante.


Digitized by Google

cés, souvent échinodermiques, avec un *niveau inférieur*, surtout calcaire, et un *niveau supérieur* plus marneux, bien marqués dans la topographie.

2° L'Urgonien, massif de calcaire clair et dur, fortement en saillie, avec, à sa surface, les coupes caractéristiques de *Réquiénies* ; le *niveau lité et teinté à Orbitolines* se constate parfois en son milieu, par exemple dans la grande charnière, amenée au jour par une faille, entre le Rothhorn et le Gubishubel.

3° Le Nummulitique, ayant à sa base les *Grès quartzeux* blancs, supportant les *Calcaires à petites Nummulites*, puis les *Schistes fauves*. Ceux-ci, mouillés, ont une teinte verdâtre et se montrent pleins de *Fucoïdes*. A leur partie supérieure, ces marnes sont plus tendres et plus grises, parfois pleines de *Nummulites* et interstratifiées par place de bancs de grès fin ou même de grès grossier calcaire et quartzeux ; c'est le cas, par exemple, le long du contact des schistes nummulitiques avec la Zone des Cols, depuis le Tossenberg jusqu'au voisinage de l'arête E. de la vallée. Cette partie supérieure des Schistes fauves tend donc à passer au *Flysch*.

Dans le N. de la région haut-alpine, on trouve la série des trois niveaux nummulitiques. Les grès quartzeux sont immédiatement superposés à l'Urgonien. En bien des points ils forment en outre dans les affleurements de calcaire à Nummulites des bandes intercalées qui représentent sans doute des bancs interstratifiés.

Dans les parties moyennes de la région, les grès font défaut. Le contact avec l'Urgonien se fait par une épaisse assise de calcaire que recouvrent les Schistes fauves (Bühl, près des petits lacs ; Tweregg).

Dans les parties S., enfin, le Nummulitique est représenté seulement par les Schistes, mais ceux-ci alternent à leur base avec des bancs calcaires lités qui sont pleins de *Nummulites* et d'*Orbitoïdes* (avec aussi des *Polypiers*, des

Digitized by Google

Operculines, etc.). Le sentier qui traverse les Dungelmatten rencontre au moins trois ou quatre de ces interstratifications. Le contact avec l'Urgonien se fait par un banc calcaire.

Ainsi, même dans la portion très restreinte des Hautes-Alpes que nous avons étudiée, la composition du Nummulitique varie passablement.

II. LA ZONE DES COLS.

1. Terrain cristallin.

Les manuscrits d'Ischer, que cet auteur n'a pas eu le temps de publier avant sa mort, mentionnent, paraît-il, des blocs cristallins à Lauenen. (Communication verbale de M. H. Schardt.)

Je compte revenir plus tard plus à fond sur ces blocs. Dans ce travail-ci, je citerai simplement les principaux.

Au S.-E. du col du Krinnen, sur l'arête W. de la vallée, une suite de petits pointements perçant le glaciaire sont formés tous par une roche verte, schisteuse, à grain fin, un peu calcaire et rayant le verre.

Ils sont situés entre le Trias et des roches que je rapporte au Flysch ; ils représentent sans doute un seul et même grand bloc pincé entre ces deux terrains. (Voyez la carte.)

Au S.-E. de Blatti, au milieu de la large bande de Flysch qui passe au-dessus de cette localité, un bloc de gneiss granitoïde blanc jaugeant plusieurs mètres cubes est nettement encastré dans de la brèche cristalline et calcaire.

La taille des autres blocs trouvés ne dépasse pas un mètre cube. Il sont formés de granite à feldspath blanc, de micaschistes à muscovite, etc. En général, je les ai rencontrés déchaussés et errants sur divers terrains.

Digitized by Google

2. Houiller.

Dans les ravins rocheux que représente la figure 3, et qui sont situés sur la carte au S.-W. du *O* du mot Ochsenweid, la zone supérieure de broyage présente à son affleurement W. un bloc de grès quartzeux plaqueté, verdâtre clair. Dans les interstices des plaquettes, des infiltrations ont déposé un enduit brun ferrugineux. Ce bloc voisine avec le Trias et le Flysch. Je ne connais de comparable à sa roche que certains grès houillers.

3. Trias.

Il était connu dès longtemps par son gypse.

Il offre, outre ce *gypse*, du *calcaire dolomitique*, de la *cornieule* et des *marnes irisées*, grises, vertes ou violettes, qui s'accompagnent souvent de *grès* fins, calcaires et quartzeux, d'ordinaire verdâtres.

J'ai peu à dire sur ce terrain de nouveau tout à fait semblable à celui de la région de Bex, bien étudié par M. Renevier (7).

A Lauenen, le Trias est en contact plus ou moins immédiat avec plusieurs terrains dont l'âge est bien déterminé, et qui sont :

1° Le *Lias inférieur*. — En effet, le bloc situé au N. du *T* du mot Tauben (voyez la carte), au milieu de la bande triasique, est formé, à coup sûr, comme nous verrons, par le Lias inférieur.

2° Le *Lias supérieur* (partie N. des Stüblenen, profil III ; col du Trüttli, même profil, etc.).

3° Le *Flysch à Nummulites*. — J'ai, en effet, trouvé des Nummulites dans le Flysch supportant la lame de Trias qui forme le sommet du Tauben. (Voyez plus bas, l'étude du Flysch.)

On comprend pourquoi l'âge des gypses et cornieules de la Zone des Cols a été envisagé par les uns comme triasi-

Digitized by Google

que, par les autres comme éocène. C'est Ischer, on se le rappelle, qui l'a, le premier, déterminé juste ; il se basait, en particulier, sur le contact du Trias et du Lias au voisinage du Tauben.

Le Trias contient parfois, inclus dans sa masse, des lentilles et blocs de calcaire jurassique. Ainsi aux Stüblenen (profil III). Studer connaissait ces lentilles de Lauenen et les envisageait comme des restes non épigénisés de la substance primitive du gypse (1).

S. Chavannes et M. de Tribolet ont signalé de même des débris de roches étrangères dans la cornieule de Lauenen et ont aussi envisagé celle-ci comme un produit d'épigénisation (2, 3). En effet, la cornieule est presque toujours hétérogène. Formée surtout de débris dolomitiques, dont la couleur diffère souvent d'un fragment à l'autre, elle contient aussi des grains de quartz, des parcelles de marnes vertes triasiques, des morceaux de grès quartzeux plaqueté (Flysch ?).

Nous reviendrons sur ces inclusions étrangères d'un terrain dans un autre, qui ne sont pas propres au Trias.

4. Roches calcaires mésozoïques diverses.

Je désigne ainsi un groupe de roches que l'on rencontre d'habitude ensemble et qui sont reliées par de nombreux intermédiaires pétrographiques.

Ischer les a connues (voir Feuille XVII, Lias inf. moy.), mais elles sont plus répandues qu'il ne l'indique.

Voici les différentes variétés de ces roches :

1° Calcaire compact, gris-bleu assez foncé, à surface claire, lité, avec des concrétions siliceuses blanchâtres (lentilles des Haslerbergmäder, du Vorder-Trüttlisberg, de Bühl près Lauenen, du Brüchli, toutes incluses dans le Flysch, etc.).

2° Calcaire compact clair teinté de bleu ou de lilas, en fines

Digitized by Google

plaquettes régulières (sous-zone moyenne et N., ainsi en de nombreux points de la zone supérieure de broyage, fig. 4, en compagnie du Trias).

3° Calcaire siliceux, foncé bleuté, plus ou moins massif ou lité, avec les mêmes concrétions que le n° 1 (sous-zones moyenne et N., par exemple, le bloc au N. du *T* de Tauben, dans le Trias).

4° Calcaire siliceux, foncé, à surface brunâtre, en dalles ou plaquettes extrêmement régulières (sous-zone S., dans les marnes mésozoïques surtout ; par exemple, le bloc sur le *b* d'Arbelifluh, en contact avec l'Oxfordien, voir plus bas, page 32).

5° Calcaire spathique, gris clair ou très foncé. (Affleurement isolé de Gridi, au voisinage du Trias et du Lias sup.; partie des lentilles du Vorder-Trüttlisberg et des Stüblenen enfoncées dans le Trias.)

6° Brèche à cailloux de calcaire compact rose et cailloux dolomitiques clairs. Le ciment, d'ordinaire spathique, est gris, rouge ou vert ; il peut former à lui seul presque toute la roche. (Nombreux blocs accompagnés de lentilles triasiques dans les zones de broyage de la sous-zone N., fig. 3 et 4.)

7° Brèche de cailloux dolomitiques à surface orange, avec aussi du grès calcaire et quartzeux, des schistes argileux noirs et brillants, des fragments de calcaire spathique, etc. Dans cette brèche, on rencontre d'ordinaire de grands blocs, pouvant cuber un mètre, formés de calcaire siliceux foncé, un peu schistoïde, à surface brun clair, et contenant en général des *Bélemnites*. Rien n'empêche de considérer ces blocs comme de très gros éléments de la brèche (lentilles du Vorder-Trüttlisberg et des Stüblenen, incluses dans le Trias).

Ces deux variétés de brèche ne sont en général pas nettement stratifiées.

Ischer a trouvé : *Ammonites Bucklandi, Sow.* et des

Digitized by Google

Bélemnites liasiques au N. du Tauben (5). L'affleurement qu'il indique sur la carte en exagérant beaucoup son étendue est du calcaire grenu à nodules siliceux blanchâtres qui m'a livré, en effet, des coupes longitudinales paraissant se rapporter à *Belemnites acutus*, *Miller*.

J'ai récolté, en outre, quelques débris indéterminables de *Bélemnites* dans les calcaires des nos 1 et 3 et la brèche no 6, des *Fucoïdes* dans le no 4, et un fragment d'*Aptychus* finement plissé dans les éboulis de l'une des lentilles des Haslerbergmäder.

Les fossiles du Tauben prouvent qu'une partie au moins des roches en question appartient au *Lias inférieur ou moyen* [1]. Mais une autre partie pourrait être du Dogger ou du Malm ?

5. Lias supérieur.

Ischer désigne les roches suivantes dans la Feuille XVII par le monogramme *JLs* et les attribue au Dogger.

M. Renevier a montré qu'elles constituent la prolongation des schistes du Pillon, rattachés par lui à l'Opalinien ou Aalénien, partie supérieure du Lias ou base du Dogger suivant les auteurs. Ce sont :

1° Des marnes très noires, feuilletées, avec lentilles pyriteuses et parfois bancs de calcaire siliceux.

2° Des schistoïdes calcaires durs, très micacés, rubéfiés par des traînées ferrugineuses provenant de la pyrite. M. Lugeon appelle les mêmes roches dans le Valais, à cause de leur aspect caractéristique : *schistes mordorés*.

---

[1] Je me suis rendu compte que la klippe mésozoïque du hameau des Fontaines (vis-à-vis de Vers-l'Eglise), encastrée dans le Flysch des Ormonts, est formée par du calcaire spathique clair et de la brèche à cailloux roses et à cailloux dolomitiques, entièrement semblables aux mêmes roches de Lauenen.

Cette klippe est indiquée en Jurassique inférieur sur la Feuille XVII, mais l'âge de ces roches des Ormonts est douteux, tout comme à Lauenen. M. Renevier y a trouvé entre autres des *Spiriferina* (7, p. 195) ; une partie est donc ici aussi certainement liasique.


Digitized by Google

Les marnes feuilletées et les schistes mordorés sont constamment associés et passent l'un à l'autre.

Le Lias sup. comprend enfin :

3° Des calcaires un peu siliceux, à cassure grise avec traînées plus foncées, en bancs ou miches entre lesquels la roche est schistoïde.

M. Lugeon a ramassé près d'Egg (versant E. de la vallée) un Harpoceras errant voisin de *Harpocerns aalense, Ziet.* qui paraît provenir des schistes mordorés.

Au seul point où j'aie constaté les calcaires, c'est-à-dire à Gridi, il y a dans ceux-ci très peu de marnes noires intercalées qui contiennent en abondance et bien conservée *Posidomya Bronni Goldf.*

Les marnes feuilletées et les schistes mordorés sont parfois couverts de *Fucoïdes* en relief.

Le Lias sup. est en général interstratifié entre le Trias et le Flysch (Stüblenen, Trüttlisberg, profil III ; Krinnen, profil I). Mais dans la paroi de Fluh (voyez la carte), une lame de marnes feuilletées qui m'a livré de petites *Posidonomyes* au point le plus W. où elle affleure, est nettement pincée entre deux masses de Flysch, toutes deux à *Nummulites*.

Le Lias sup. loge parfois des blocs triasiques dans sa propre masse, ainsi une petite lentille de cornieule affleure à Egg au milieu de l'Opalinien typique.

6. Marnes mésozoïques diverses.

C'est vraisemblablement le terrain qu'Ischer indique en *Jurassique inférieur* avec gisement fossilifère au Rothhorn.

Il s'agit d'un ensemble de marnes d'âge divers, mais qui seraient très longues à délimiter, parce qu'elles se ressemblent souvent beaucoup, et parce que, dans l'étude d'un tel complexe marneux, il est impossible de se baser sur les formes du terrain.

Digitized by Google

Dans cet ensemble l'*Oxfordien* occupe une place considérable.

Ce sont des marnes schisteuses grises, assez claires ou noires, avec de petites sphérites de calcaire compact noir et d'ordinaire des miches ou des bancs minces de calcaire siliceux gris-foncé, parfois compact et assez clair.

Les marnes contiennent presque toujours *Phylloceras tortisulcatum d'Orb.* et quelquefois *Perisphinctes sulciferus Oppel.* Ces fossiles sont en calcaire noir compact et parfois en pyrite.

On trouve aussi des Bélemnites de la forme de *Belemnites hastatus*, *Blainv.*, des *Peltoceras*, des *Oppelïa* mal conservés.

J'ai constaté l'Oxfordien fossilifère dans le torrent non topographié qui suit le mot *Arbelifluh*, immédiatement sur l'Eocène haut-alpin; au Rothhorn, aussi directement sur cet Eocène, à l'angle S.-E. du croissant urgonien de la grande faille; au Tossenberg, en descendant du chalet supérieur vers l'W.-N.-W.; dans le torrent non topographié, au sud-ouest du mot *Dungel* de Dungelmatten, à la partie inférieure du sillon de roche en place mise à nu par le torrent; dans la bande marneuse qui forme un arc immédiatement à l'W. du sommet des Wallis-Windspillen, et en une dizaine d'autres points.

Je suis en outre certain de la présence dans les « Marnes mésozoïques diverses » du *Lias supérieur*, sous forme de marnes faciles à reconnaître, qui, à la Lenk, m'ont livré des *Posidonomyes* et des *Harpoceras*. Ce sont des marnes très noires, brillantes et ferrugineuses, feuilletées, se délitant en menus débris, à nombreuses lentilles et rognons du volume du poing et parfois plus gros, formés de calcaire compact noir et pyriteux. Elles affleurent par exemple au sud-est de Blatti, à l'endroit où la bande mésozoïque qui contient la lentille de Trias traverse l'arête; dans le

Digitized by Google

torrent non topographié qui suit le mot Arbelifluh, où elles paraissent alterner avec l'Oxfordien (voir plus bas, page 32), etc.

Si l'on soustrait des « Marnes mésozoïques diverses » les deux terrains précédents, bien caractérisés par leurs fossiles ou par leur roche, il reste un solde de marnes grises ou gris-jaune, avec miches ou bancs de calcaire marneux ou compact, allant du gris plus ou moins foncé à une couleur très claire. Marnes et calcaires montrent d'ordinaire des traces ou des points foncés. Elles affleurent en bien des points de la sous-zone S., sur les versants de la vallée très couverts de moraine; ainsi à Spitzenegg, dans le bas de l'affleurement dont la partie supérieure est formée de grès à *Nummulites;* dans l'affleurement isolé et allongé au haut du Tossenbach; au S.-E. de Blatti dans le torrent, au contact des schistes nummulitiques, etc.

En comparant avec des terrains bien déterminés de la Lenk je crois pouvoir affirmer qu'une partie au moins de ces marnes et calcaires se rattache encore au Lias supérieur et une autre au Néocomien.

Les « Marnes mésozoïques diverses » ne se rencontrent que dans la sous-zone S.; elles alternent avec les grès et brèches du Flysch (profils I et III) et logent dans leur masse, comme on pouvait s'y attendre, un fouillis de lentilles et blocs de Trias (Blatti), de « Roches calcaires mésozoïques », de Malm (Stieren-Dungel), de Crétacique supérieur (Tossenberg) et de Flysch (Stieren-Dungel).

7. Malm.

C'est ce terrain qu'Ischer indique probablement en *Jurassique moyen*, comme le remarque Quereau, qui en fait, lui, du *Jurassique supérieur* (9).

La roche est un calcaire compact gris-franc, clair ou

Digitized by Google

foncé, souvent en lits assez minces, à surface blanche d'où sortent des nodules de silex noirâtres.

Quereau a récolté à la Lenk et Lauenen *Aptychus lamellatus*, *Park.*, *Aptychus cf. puntatus*, *Voltz*. J'ai recueilli des débris d'*Aptychus* de la première espèce en plus d'un point, notamment dans les blocs de la cote 2046 et dans une série de blocs sur le *u* de Holzersfluh, au Stieren-Dungel. Ces derniers blocs ont livré en outre une Rhynchonelle que je détermine comme *Rhynchonella capillata*, *Zitt.* D'autres blocs, en particulier l'énorme « Burgbühl » du fond du Küh-Dungel, contenaient des *Bélemnites* altérées.

Le Malm bien caractérisé avec ses calcaires compacts à silex noirs, est propre à Lauenen à la sous-zone S., où il se rencontre en blocs dans les « Marnes mésozoïques » (Stieren-Dungel), dans le Flysch (Wallis-Windspillen) et dans la zone de broyage à la base de la Zone des Cols (blocs du *u* de Holzersfluh).

8. Crétacique supérieur.

Dans les « Marnes mésozoïques diverses » on rencontre en quelques points des calcaires compacts très clairs en lits minces, alternant avec un peu de marnes plus ou moins claires. C'est le cas en particulier dans le haut d'un torrent, près du *l* du mot Unter'm-Dungel, et près du chalet supérieur du Tossenberg. Les calcaires de ce dernier gisement ont fait voir en coupe mince des Foraminifères, entre autres des *Globigérines* et des *Textulaires*, que l'on distingue même à l'œil nu sous forme de points foncés. Je rattache ces calcaires au Crétacique supérieur.

9. Flysch.

S. Chavannes et M. de Tribolet ont affirmé l'existence et le grand développement du Flysch dans la Zone des Cols (2 et 3); Ischer, qui travaillait à la même époque, a

Digitized by Google

presque entièrement méconnu ce terrain (Feuille XVII). Je ne puis m'empêcher de voir la cause de ces divergences dans le fait que les premiers envisageaient comme éocènes le gypse et la cornieule, les terrains les plus répandus de la Zone des Cols, tandis que le second croyait, avec raison, ces terrains triasiques. Les premier ont eu par conséquent la tendance à faire tertiaire , le second à faire mésozoïque tout ce qui avoisine le gypse et la cornieule.

Le Flysch offre les variétés de roches suivantes :

1° Des marnes grises ou gris-jaune, avec des bancs et dalles de grès fin ou grossier et de la brèche polygénique. Les grès sont parfois très calcaires, avec de gros grains de quartz roulés. Ce Flysch est très semblable à la partie supérieure des schistes nummulitiques des Hautes-Alpes. Il forme par exemple la bande qui passe au sommet des Wallis-Windspillen et plusieurs autres affleurements dans la sous-zone S.

2° Des grès fins ou grossiers, polygéniques et passant à la brèche, alternant avec des marnes grises ou très foncées, schisteuses. La brèche offre des éléments cristallins, des marnes vertes et des cailloux dolomitiques du Trias, des calcaires foncés (Jurassique ancien), des calcaires gris compacts et des silex noirs (Malm?). Les dalles de grès sont souvent couvertes de pistes en relief. Ce Flysch est très répandu dans toute la sous-zone S.

3° Des brèches polygéniques, surtout cristallines, à gros éléments pouvant mesurer jusqu'à un pied cube (granite à feldspath blanc, micaschistes, schistes cristallins verts, etc.). La brèche en question constitue des sortes d'amas ou de blocs au milieu du Flysch schisto-gréseux (bout de l'affleurement de Flysch au-dessus des chalets de la cote 2046 au Gubishubel; ravins du pied du Lauenenhorn, fig. 3, au coin de droite du croquis, et beaucoup d'autres points dans toute la Zone des Cols).

4° Des brèches calcaires gris-bleu, à gros éléments, ac-

Digitized by Google

compagnant le Flysch schisto-gréseux n° 5 (paroi de Fluh et son prolongement N.-W.; région du Tauben, au S. de la cote 1994).

5° Des marnes noires bien feuilletées, avec de nombreux bancs de grès d'ordinaire assez fin, micacé, des bancs minces de calcaire compact ou siliceux foncé, gris-bleu, à surface plus claire, et des bancs de brèche polygénique fine ou grossière souvent schisteuse (fragments de roches cristallines, marnes vertes et cailloux dolomitiques, calcaires et marnes foncés). C'est le Flysch des sous-zones moyenne et N. et de la Zone du Niesen. De loin ce terrain ressemble tout à fait aux schistes opaliniens; il a la même teinte noir-bleu caractéristique. Ischer les a confondus.

Le Flysch de la première variété contient des *Nummulites* bien nettes, surtout dans les grès très calcaires (voyez page 38).

La seconde variété a livré des *Helminthoïdes*, des *Chondrites* et des *Nummulites* (dans un torrent non topographié, sur les lettres *un* de Unter'm D*un*gel; sur le *B* de Blatti, etc.).

L'amas de brèche cristalline et calcaire de l'angle des « Buchäste » (coin droit de la figure 3) est plein de *Nummulites*, et la brèche calcaire gris-bleu contient ce même fossile aux points où je l'ai signalée.

Dans le Flysch de la dernière variété je n'ai pas de fossiles[1].

Les *Nummulites* du Flysch de Lauenen sont bien nettes, de petite taille, mais ne sont guère déterminables.

Le Flysch de la sous-zone S. forme des lames alternant avec les marnes mésozoïques (profils I et III) et des blocs encastrés dans celles-ci (Stieren-Dungel). Aux Wallis-

[1] A la Lenk la brèche polygénique de la zone du Niesen contient des *Bélemnites!* (sans doute remaniées? torrent d'Unter-Flösch), par contre les bancs calcaires de ce même Flysch du Niesen sont couverts d'*Helminthoïdes*.


Digitized by Google

Windspillen il paraît superposé immédiatement à l'Oxfordien (voir page 38). La large bande qui passe au-dessus de Blatti et se dirige vers l'arête E. de la vallée, s'appuie en franchissant cette arête sur du Lias supérieur. Ce Flysch de la sous-zone S. loge souvent en sa masse des blocs divers (du Malm, au sommet des Wallis-Windspillen; du gneiss, au S.-E. de Blatti).

Le Flysch de la dernière variété est d'ordinaire en contact dans la sous-zone moyenne avec le Lias supérieur. Il est même souvent très malaisé de tracer la limite entre ces deux terrains qui se ressemblent. C'est le cas, par exemple, dans le lit du Kelleroeibach, au S. de Fänge. Ce Flysch peut aussi surmonter directement le Trias; ainsi, à l'E. du sommet du Tauben, on le voit avec la plus grande netteté reposer sur le gypse, dans un des nombreux entonnoirs qui trouent ici le sol.

Dans la sous-zone N. le Flysch alterne avec des zones de broyages qui offrent surtout le Trias et les « Roches calcaires mésozoïques ».

Le Flysch de la dernière variété renferme du reste souvent des blocs et lentilles isolés, formés par ces deux derniers terrains (Vorder-Trüttlisberg, Haslergbergmäder, etc.)[1].

10. Terrains modernes.

Les Dépots Glaciaires couvrent pour ainsi dire toute la région de Lauenen. La moraine argileuse, avec blocs et cailloux provenant des Hautes-Alpes et des Préalpes, est surtout abondante sur la Zone des Cols, où les dépressions offertes par les terrains mous lui ont permis de se loger et de se conserver. Elle est très épaisse dans le fond de la

[1] Je ne serais pas surpris si quelque jour une partie au moins de ce Flysch des sous-zones moyenne et N. et de la Zone du Niesen était reconnu mésozoïque. Sa ressemblance avec le Lias supérieur, son contact si intime avec lui, sans parler des Bélemnites de la Lenk, légitiment cette supposition.


Digitized by Google

vallée, au bas des bandes schisteuses, où elle s'est peut-être accumulée en partie par glissement.

En effet, sur l'humide Zone des Cols, la moraine est en un grand nombre de points en mouvement (N.-W. d'Hinter'm See, Brüchliwald, Schnez, Fänge, etc.). Certains noms locaux en témoignent sans doute, ainsi *Rütschi* (de *rutschen*, glisser), petit hameau qui est en effet dans un territoire en mouvement.

Le long du pied de la haute chaîne, par exemple au Küh-Dungel, la moraine est superficielle, formée surtout de gros blocs et ridée souvent de bourrelets très nets. C'est un témoignage du dernier grand avancement des glaciers.

Aux environs de Gräbnen (N. du versant E.) on trouve de très gros blocs erratiques de Trias et de brèche du Flysch provenant sans doute du Tauben et du pied du Lauenenhorn, comme si le glacier venant du S. avait été dévié vers l'W. par la masse du Lauenenhorn. Dans la région de Langenlauenen, Lerchstafel, Falksmatten, Rossweid (versant W.) les blocs erratiques haut-alpins sont fréquents.

Les Dépots Actuels sont représentés surtout par les *plaines d'alluvion* et les *cônes de déjection* fréquents. (Voir la carte.)

J'ai vu quelques tufs calcaires (Bühl et Rohr, près de Lauenen). Un tuf au haut de la berge droite du Blattibach (alt. 1500 m.), simule la cornieule ; il est formé d'éléments magnésiens et de débris de roches diverses ; il paraît prendre naissance aux dépens d'un banc dolomitique visible en un point au-dessus de lui. Un pareil tuf moins développé est engendré en d'autres points à la surface même de la cornieule.

Les *éboulis* sont très développés. Certaines nappes paraissent s'être formées, au moins en partie, par éboulement en masse ; ainsi celle de Tüffi (fond de la vallée) qui

Digitized by Google

a pris naissance aux dépens de la paroi de Fluh ; elle offre des blocs parfois énormes, comme celui de la « Schüpfe » sur lequel est bâti un chalet. Peut-être celle que circonscrivent les grands ravins circulaires au pied du Lauenenhorn a-t-elle la même origine. Par place les éboulis sont soudés en *éboulis-brèche*. Au S. du *O* de Ochsenweid, à l'altitude 1830 m. environ, cet éboulis consolidé forme des pyramides saillant hors de l'éboulis ordinaire.

La *tourbe* se constate en bien des points, mais nulle part très étendue (à Loch ; sur le sentier à l'W. de Gridi, etc.). Un tapis végétal est en train d'enserrer et de remplir les petits lacs de l'arrière-vallée.

Dans les régions élevées, en plusieurs endroits où j'ai indiqué le glaciaire faute de voir la roche ancienne en place (Stüblenen, Wallis-Windspillen, Brandsberg, etc.), il y a peut être simplement de la végétation tourbeuse épaisse.

Les *sources* sont assez fréquentes dans la région de Lauenen. La nappe de moraine superficielle du pied de la haute chaîne en laisse écouler plusieurs d'un assez fort débit; en toute première ligne il faut mentionner l'énorme source qui jaillit près du *a* de Lauenensee. Dans la sous-zone S., de petites sources fraîches jalonnent l'intersection des feuillets de Flysch avec le sol.

Beaucoup de sources de la Zone des Cols sont un peu minérales, surtout gypsifères, ou tuffeuses (Tüffi, au bas de la bande triasique), ferrugineuses (au voisinage des marnes liasiques). Un ruisseau qui coule entre Rohr et Hinter'm See dégage de l'hydrogène sulfuré.

Digitized by Google

TECTONIQUE

I. LE PIED DES HAUTES-ALPES.

Dans la partie du pied des Hautes-Alpes que j'ai étudiée, les contours d'Ischer indiquaient seulement une vaste étendue nummulitique traversée par le noyau crétacique d'un anticlinal (6). En réalité on observe des dislocations assez variées.

Synclinal du Küh-Dungel. — Au Küh-Dungel passe l'axe d'un synclinal ayant un noyau de schistes nummulitiques et dont le flanc N. est représenté par l'Urgonien du haut du Dungelschuss (profil II). Il est probable d'après la carte, que le flanc S. de ce synclinal est formé par le calcaire à Nummulites du Vollhorn et celui du pied du Niesenhorn, qui sont vraisemblablement le prolongement l'un de l'autre.

Anticlinal du Dungelschuss. — C'est l'anticlinal reconnu par Ischer. Le noyau hauterivien très largement découvert forme la belle cascade du Dungelschuss (profil II). Le flanc supérieur, urgonien et nummulitique, est bien visible, du Küh-Dungel à la Holzersfluh et à l'Arbelifluh (voyez la carte). En ce dernier point la charnière urgonienne se constate à distance, quand on est placé dans la région des lacs. Le flanc inférieur est caché sous les grandes nappes d'éboulis de Tweregg. Le pli est déjeté et probablement un peu renversé.

Dans le prolongement N.-E. du noyau anticlinal, on peut suivre l'axe du pli, grâce à la structure périclinale, dans la bande de schistes nummulitiques qui s'étend jusqu'au pied nord du Rothhorn. Le nom de cette montagne vient précisément de la couleur des schistes fauves.

Digitized by Google

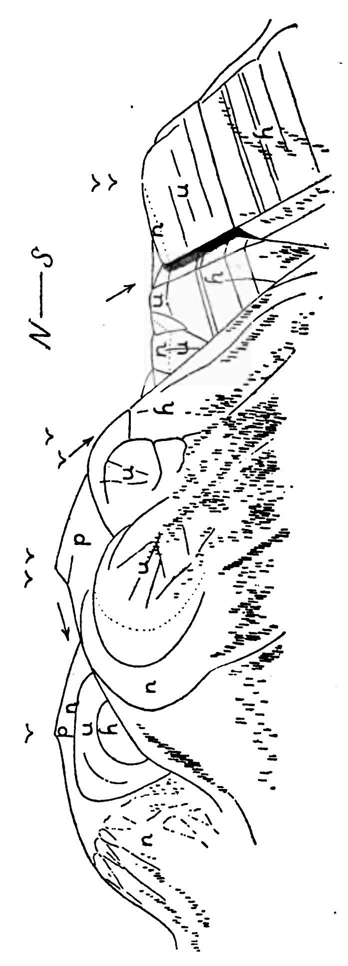


Fig. 1. — *Anticlinal haut-alpin du Dungelschuss, morcelé par des failles* (vue prise d'au-dessus Hinter'm See).

v Rothhorn. — vv Gubishubel. — v^{v} Arbelifluh. — $^{v}_{v}$ Holzersfluh.

h Hauterivien. — *u* Urgonien. — *n* Schistes nummulitiques. — *p* Masses préalpines en recouvrement. Les flèches indiquent la direction des failles principales.

L'anticlinal du Dungelschuss est brisé par un certain nombre de failles.

D'abord le flanc supérieur, de la Holzersfluh à l'Arbelifluh, en offre quelques-unes bien apparentes grâce au fait qu'elles font buter l'Hauterivien brun-roux contre l'Urgonien argenté (fig. 1). La plus méridionale de ces failles montre un Urgonien très épais dans sa lèvre S., très mince dans sa lèvre N. ! La chose vient, sans doute, d'un petit décrochement horizontal accompagnant la faille. En effet la couverture urgonienne de l'anticlinal est épaisse au voisinage de l'axe du pli (ainsi dans la charnière, à l'Arbelifluh), mince dans l'axe du synclinal du Küh-Dungel. Si donc la faille s'accompagne d'un déplacement S.-E-N.-W. de sa lèvre N., les parties minces de la couverture urgonienne doivent venir au contact des parties épaisses; ce qui est précisément le cas.

Digitized by Google

Une autre très grande faille passe dans la dépression comprise entre le Gubishubel et le Rothhorn (fig. 1). Elle fait réapparaître ici la charnière urgonienne du pli, au centre de laquelle on voit même le noyau hauterivien, montrant en un point un miroir de faille. A la pointe N.-W. du croissant urgonien il y a un grand bloc de calcaire à *Nummulites*, sans doute un paquet pincé dans le plan de faille. La cassure en question a une longueur énorme ; d'après M. Lugeon elle se poursuit vers l'E. dans les Hautes-Alpes sur une longueur de 8 km. ! Quand on est placé dans son plan, au flanc du Rothhorn, on jouit en effet du spectacle de la voir s'ouvrir un passage dans la chaîne comme un gigantesque coup de sabre oblique.

Toutes ces failles ont leur regard au S. ou S.-W. Le rejet vertical vaut une centaine de mètres au moins pour les principales, indiquées dans la figure 1.

SYNCLINAL DE TWEREGG-LEDI. — Un axe synclinal passe évidemment au N. de l'anticlinal du Dungelschuss dans la région de Tweregg et de Ledi (dans le profil II, il passe sous les lettres *sch* du mot Dungelschuss). L'existence du pli est attestée par la succession du Nummulitique à l'Hauterivien quand on marche du Dungelschuss vers la région des petits lacs, mais le noyau et la charnière de ce pli sont cachés sous la nappe d'éboulis du pied de la haute chaîne.

RÉGION DU FOND DE LA VALLÉE. — Sur la rive gauche du Rohrbach affleure une longue barre d'Hauterivien qu'on peut suivre depuis le fond du torrent à Unter'm Dungel jusqu'à Hinter'm See. Elle a une couverture urgonienne et nummulitique bien conservée dans la région du pied du Dungelschuss, érodée plus au nord et de nouveau conservée à Hinter'm See où cette couverture plonge au N. en décrivant la moitié d'une charnière en C (profil II). Barre hauterivienne et couverture offrent diverses dislocations : sous le *D* de Dungelschuss (profil II) un chevauchement ou une petite faille, plus loin une petite charnière,

Digitized by Google

bien visible à distance quand on est placé sur l'autre versant de la vallée, etc.

Chose singulière, on voit affleurer sous la paroi hauterivienne un peu au S. d'Hinter'm See, deux complexes formés d'Urgonien, de grès quartzeux clair et de calcaire à *Nummulites* en superposition normale. Dans l'affleurement méridional on peut constater la superposition immédiate de l'Hauterivien aux couches à *Nummulites* Par leurs plongements ces complexes dessinent comme les deux flancs d'une voûte. On ne les voit guère à distance, il faut aller les toucher sous les bois du pied de la paroi, au niveau de la plaine alluviale.

Sur la rive droite du Rohrbach on retrouve, au S., la barre hauterivienne, qui monte avec sa couverture urgonienne-nummulitique vers Gschwend. Puis vient de Fickhaus à Brand une région surtout urgonienne et nummulitique assez disloquée.

Les schistes fauves au S. de Fickhaus *doivent sortir de sous l'Hauterivien de la rive gauche*, car celui-ci plonge au S. L'Urgonien forme à Fickhaus[1], z'Bochten, Speriz et Gschwend de petites parois orientées du S. au N. et qui sont étagées au milieu des affleurements nummulitiques ; à Speriz le calcaire à *Nummulites* affleure presque immédiatement sous l'Urgonien.

L'apparition de ces courtes bandes d'Urgonien dans un territoire où les couches ne sont en général pas très inclinées est due sans doute à des failles ou des petits chevauchements locaux.

On peut interpréter d'une manière assez simple la tectonique de toute cette région du fond de la vallée, mais je ne donne ce qui va suivre que comme une supposition.

La longue barre d'Hauterivien avec la charnière qui la

---

[1] Je n'ai pu indiquer sur la carte, entre Fickhaus et le Rohrbach, quelques petits affleurements d'Hauterivien, d'Urgonien et de calcaire nummulitique.

Digitized by Google

termine à Hinter'm See représenterait le noyau d'un grand pli-faille couché, autrement dit d'une *nappe de recouvrement*. La voûte qui affleure au S. d'Hinter'm See sous la paroi hauterivienne serait le *substratum* de la nappe, surgissant au-dessus des alluvions grâce à un plissement anticlinal.

Sur la rive gauche du Rohrbach le noyau hauterivien de la nappe se constate aussi, comme nous avons vu ; toute la région urgonienne-nummulitique située plus au N. appartiendrait au substratum de la nappe, puisque dans le lit du torrent on voit le Nummulitique de cette région sortir de dessous l'Hauterivien.

Région du Tossenberg. — Le grand affleurement schisteux qui s'étend sur le mot *bach* de Blattibach me paraît pouvoir se rapporter seulement à la partie supérieure des schistes nummulitiques. Ce sont des marnes gris-jaune avec par place des bancs de grès fin et de grès grossier calcaire. Ces marnes plongent en général au N.-E. Un peu plus au S., au sommet du Tossenberg, le Flysch préalpin plonge au S.-E. Il y a donc dans cette région un anticlinal dans le substratum haut-alpin. Ceci me porte à envisager l'affleurement du Blattibach comme une « fenêtre » découpée par l'érosion dans la masse préalpine en recouvrement, et mettant à nu une voûte du pied des Hautes-Alpes.

Région du Klein-Hörnli et soubassement haut-alpin des Wallis-Windspillen. — Les quelques considérations qui vont suivre trouveront leur utilité dans l'étude tectonique des terrains préalpins des Wallis-Windspillen.

Le Nummulitique renversé du pied du Klein-Hörnli appartient, comme on peut s'en rendre compte par l'inspection à distance de la haute chaîne, au flanc renversé d'un grand anticlinal.

En outre, un peu à l'W. du sommet des Wallis-Windspillen, à Lorchstafel (ce point est en dehors de la limite

Digitized by Google

de mes levés), j'ai constaté une paroi urgonienne qui annonce un autre anticlinal haut-alpin pénétrant sous la Zone des Cols. La carte d'Ischer montre *grosso modo* le phénomène (6).

II. LA ZONE DES COLS.

1. Sous-zone S.

Région de Blatti, du Rothhorn et du Stieren-Dungel. — J'ai relevé plusieurs coupes détaillées dans cette région. En voici trois. D'une manière générale les couches sont assez peu inclinées dans ces trois coupes (vers le S.-E.) ; chaque terrain est superposé à celui qui le précède ; entre les différents terrains on n'observe guère de discordance angulaire sensible [1].

La plus intéressante a été prise dans une des branches du ruisseau très ramifié qui coule au S. de la grande faille dans la dépression qui sépare le Gubishubel et le Rothhorn.

(Coupe entre le Gubishubel et le Rothhorn.)

7. — Marnes noires (certainement secondaires, probablement *opaliniennes*).

6. — Alternats de grès fin plaqueté, de dalles de grès grossier polygénique, de brèche stratifiée contenant entre autres éléments des débris de calcaire compact gris-clair *(Flysch)*. Plongement E.-N.-E.

5. — Marnes foncées extrêmement broyées, avec fragments, gros plus ou moins comme la tête, de calcaire compact gris-clair montrant des points noirs à la cassure, de grès plaqueté, de grès calcaire grossier à *Nummulites* (*Zone de broyage* de marnes secondaires ou éocènes, de Crétacique supérieur et de Flysch).

[1] J'inscris les terrains dans l'ordre naturel de superposition : en haut de la liste les terrains supérieurs ; en bas les terrains inférieurs.


Digitized by Google

4. — Marnes foncées à petits rognons de calcaire noir; débris d'Ammonites, entre autres *Phylloceras tortisulcatum (Oxfordien)*. Dans leur partie supérieure, ces marnes sont très noires et représentent peut-être le Lias supérieur.

3. — Marnes foncées avec fragments jaunâtres (dolomitiques ?), calcaire siliceux, calcaire compact gris-clair (*Zone de broyage* de marnes mésozoïques, de Trias, de Malm, etc.).

2. — Marnes gris-jaune assez tendres, avec grès plaqueté très fin ; à leur base elles passent aux marnes du nº 1, dont elles représentent simplement la partie supérieure.

1. — Marnes jaunâtres dures schistoïdes *(Schistes fauves nummulitiqucs)*.

Une autre coupe a été relevée dans le lit d'un ruisseau non topographié qui sur la carte suivrait le mot *Arbelifluh :*

(Coupe à l'E. de l'Arbelifluh.)

1. — Grande épaisseur de marnes semblables à celles du nº 5 de cette coupe (probablement *Lias supérieur)*. En un point sur ces marnes, blocs épars et en bonne partie déchaussés, de cornieule *(Trias)* [1], de grès fin plaqueté, de grès grossier et de brèche polygénique (éléments cristallins, débris de calcaire compact clair, etc., *Flysch*). Dans une autre branche du torrent le Flysch de cet affleurement restreint paraît être encastré dans les marnes.

6. — Marnes semblables à celles du nº 3 de cette coupe.

5. — Marnes noires, brillantes, friables, avec lentilles de calcaire noir pyriteux (très probablement *Lias supérieur*).

4. — Grand bloc enraciné dans le sous-sol et formé de calcaire siliceux foncé en plaquettes et bancs, avec *Fucoides* très ramifiés en forme de plume *(Dogger)*. Plongement N.-E.

---

[1] Trouvé par M. Lugeon.

Digitized by Google

3. — Marnes jaunâtres ou foncées, avec très petits rognons de calcaire noir et miches de calcaire siliceux. *Phylloceras tortisulcatum (Oxfordien).*

2. — Très peu de marnes jaunâtres ou foncées avec minces bancs ou miches de calcaire compact plus ou moins clair dont la cassure est uniforme ou présente des points et traces noirs (Néocomien laminé ? ou zone de broyage de marnes avec des débris de calcaire jurassique supérieur ou crétacique ?). Plongement S.-E.

1. — Marnes jaunâtres avec bancs de grès fin plaqueté (partie supérieure des *Schistes nummulitiques*), superposées à la série normale des couches haut-alpines, affleurant dans la paroi de l'Arbelifluh.

A quelque distance au-dessus des sources du ruisseau où se voit cette série de couches, affleure le Flysch du sommet du Gubishubel, plongeant au S.-E.

La troisième coupe enfin a été prise en montant, avec une direction S.-W., au sommet du Rothhorn :

(Coupe au flanc N.-E. du Rothhorn.)

5. — Alternats de grès grossier et de brèche polygénique stratifiée (*Flysch* du sommet du Rothhorn). Plongement S.-E.

4. — Alternats de dalles et plaquettes de grès fin, de brèche fine (composée en bonne partie de calcaire compact clair) ; blocs de calcaire compact clair à cassure de teinte uniforme ou marquée de points noirs (*Flysch*, avec blocs de Malm ? et de Crétacique supérieur).

3. — Quelques mètres de marnes très foncées, contenant du grès plaqueté et de la brèche ! (Marnes certainement *secondaires,* avec Flysch !).

2. — Marnes gris-jaune avec banc de calcaire compact plus ou moins clair (Néocomien ?).

1. — Grande épaisseur de marnes grises avec rares

Digitized by Google

gros bancs de grès grossier. En un point à la partie inférieure de ces marnes des *Nummulites (partie supérieure des Schistes nummulitiques)*.

Malgré les incertitudes très grandes sur l'âge ou la signification de beaucoup de terrains, ces coupes détaillées, surtout la première, mettent hors de doute le fait que la Zone des Cols est formée par des masses mésozoïques et éocènes alternantes, comme je l'affirmais dans l'aperçu général préliminaire. Entre ces masses on trouve parfois des zones de broyage, et de même entre la base de la Zone des Cols et le Flysch haut-alpin sous-jacent. Dans le corps des masses mésozoïques (coupe du Rothhorn) ou éocènes (coupe à l'E. de l'Arbelifluh), sont encastrés des blocs de roches très diverses. La partie inférieure de la coupe de l'Arbelifluh, au-dessus du Flysch haut-alpin, offre, si les terrains sont bien déterminés, une série renversée comprenant le Lias supérieur, le Dogger, l'Oxfordien et le Néocomien. Il est à remarquer que le Dogger, roche dure, est représenté par un simple bloc et que le Malm, roche dure également, fait défaut.

Le tracé des affleurements des masses mésozoïques et éocènes alternantes est surtout facile à étudier pour la seconde de ces masses, formée de Flysch et très épaisse. Ce Flysch s'amorce à Blatti, où il a livré des *Nummulites* et des *Chondrites* ; il est ici superposé à des marnes secondaires. On le suit très épais jusqu'à l'arête E. de la vallée grâce à de nombreux lits de ruisseaux qui ont montré toujours les marnes secondaires entre sa propre masse et le substratum haut-alpin. A l'arête même ses couches plongent dans la direction du N. (profil III).

Il est presque évident que le Flysch du sommet du Rothhorn est la continuation de celui de Blatti car il se présente dans les mêmes conditions ; il repose lui aussi sur des marnes secondaires, superposées elles-mêmes au

Digitized by Google

Nummulitique du substratum (voir plus haut la coupe détaillée du Rothhorn). Mais ce Flysch du Rothhorn plonge au S.-E. (profil III). En raccordant ces deux Flysch par la pensée, on constate que le Flysch Blatti-Rothhorn *se bombe par-dessus l'axe de l'anticlinal haut-alpin du Dungelschuss*, qui, comme le montre la comparaison des profils II et III ou l'inspection de la carte, doit passer précisément sous le sommet du Rothhorn ou un peu au N.

Le Flysch du Rothhorn au S.-E. du sommet est brusquement interrompu près du point 2075. L'orographie indique vaguement la chose, et en dessous de ce point on ne trouve que du Flysch éboulé.

C'est le Flysch du Gubishubel qui représente au delà du point en question l'affleurement éocène que nous suivons. Car il a la position caractéristique : il est superposé à des marnes secondaires qui reposent sur le substratum haut-alpin (coupe détaillée à l'E. de l'Arbelifluh). Ce Flysch du Gubishubel peut être retrouvé à l'E. du sommet dans les nombreuses branches du torrent qui coule dans la dépression entre le Gubishubel et le Rothhorn (voir la première coupe détaillée). On peut le suivre jusque tout près de la charnière urgonienne affleurant au flanc N. de la dépression.

Ainsi l'interruption du Flysch du Rothhorn au point 2075 et son rejet jusqu'ici paraissent dus à la grande faille, signalée plus haut, qui fait réapparaître ici la charnière de l'anticlinal du Dungelschuss. *Cette faille tranche donc du même coup le substratum haut-alpin et les sédiments préalpins superposés.*

Au S. du sommet du Gubishubel j'ai cherché en vain la prolongation de notre Flysch ; je n'ai plus trouvé ici que des blocs de Malm et de Flysch isolés dans les marnes secondaires. Ainsi l'épaisse masse de Flysch en question peut être suivie d'une manière à peu près continue,

Digitized by Google

abstraction faite des failles et de l'érosion, de Blatti jusqu'au Gubishubel où elle paraît *se coincer* ou *s'égrener*.

Le complexe de marnes mésozoïques que nous avons partout constaté entre ce Flysch et le substratum, se prolonge encore plus loin que lui, au moins jusqu'à la Holzersfluh. Au delà de cette sommité, vers le S.-E., le contact des Hautes-Alpes et de la Zone des Cols est jalonné par une zone de broyage où les blocs de Malm sont nombreux. On peut envisager la grande lentille de Malm au fond du Küh-Dungel (carte, et profil II) comme le dernier bloc de cette zone. Cette lentille doit son nom populaire *(Burgbühl*, colline château-fort) à sa brusque et frappante surrection au fond de la plaine alluviale. Elle paraît reposer dans l'axe même du synclinal du Küh-Dungel car les schistes fauves l'entourent à l'W. et au S. A son extrémité S.-W. elle s'appuye sur des marnes à grès fin (partie supérieure des schistes nummulitiques). Le contact des deux terrains doit être très intime car en un point ils m'ont paru se pénétrer mutuellement de telle manière que leur limite décrit un Z !

Jetons un coup d'œil sur la région au N. du Flysch de Blatti. On voit ici une large zone de marnes qui ont livré des débris d'*Ammonites* immédiatement au N. du point ou le Flysch de Blatti traverse l'arête E. de la vallée. Cette zone marneuse englobe une lentille triasique, et une bande de Flysch discontinue qui s'amorce au S. de Gridi. La lentille de Trias, bien découverte, s'étudie sans peine : elle est formée par des lames alternantes de gypse et de cornieule ; elle se coince très nettement au S.-E. ; ses couches plongent vers le N., car des entonnoirs trouent les marnes mésozoïques au N. de la lentille, annonçant qu'il y a du gypse sous ces marnes. La bande de Flysch qui s'amorce au S. de Gridi *s'égrène* sur le flanc E. de l'arête de la vallée, et peut être déjà sur le flanc W.

Digitized by Google

Au col 1991 affleure une grande masse indiquée en Flysch. Ce sont des marnes où j'ai trouvé en plusieurs points des dalles de grès et de la brèche polygénique. Mais elles affleurent mal et il y a peut-être aussi ici par place des marnes mésozoïques.

Puisque la zone des Cols se plisse par dessus l'anticlinal haut-alpin Dungelschuss-Rothhorn, la région située sur le Flysch du Rothhorn doit correspondre à celle que nous venons d'étudier (profil III). On retrouve en effet au S. du Flysch du Rothhorn une vaste étendue de marnes qui ont fourni des débris de *Stéphanocératides* et de *Phylloceras tortisulcatum* dans les nombreux torrents du Ritzliberg sur Lenk, un peu en dehors de nos levés. On voit sur l'arête E., au milieu de cette région, une série de blocs de Flysch *alignés* (S.-E. du sommet du Rothhorn), qui correspondent peut-être au Flysch de Gridi. La vaste région marneuse s'étend en outre au S. du Flysch du Gubishubel; elle contient des blocs de Flysch et de Malm, mais pas alignés.

Le S. de la région préalpine du Küh-Dungel et du Stieren-Dungel est couvert par les amas de moraine et d'éboulis du pied de la haute chaîne. Les roches anciennes se montrent sur de rares points. Au col 2083, sur l'arête E., des marnes très foncées, évidemment mésozoïques, affleurent au milieu des éboulis jusqu'à peu de distance au-dessous du Nummulitique haut-alpin.

Région des Wallis-Windspillen. — En suivant l'arête des Wallis-Windspillen du S. au N., on relève sur son flanc W. la série des couches suivantes (comparez au profil I, fig. 5) :

(Coupe détaillée des Wallis-Windspillen.)

1. — *Calcaire à petites Nummulites* du pied du Klein-Hörnli.

Digitized by Google

2. — Marnes gris-jaune schistoïdes, dures *(Schistes nummulitiques)*. Plongement S.

3. — Marnes foncées, puis gris-clair, avec miches de calcaire siliceux, grès plaqueté et, très rarement, petits rognons de calcaire noir ; à la surface du sol, débris de grès grossier polygénique (Marnes probablement *oxfordiennes*, avec débris de *Flysch ?*) ; elles affleurent au petit col au S. du sommet des Wallis-Windspillen ; près de la limite assez peu tranchée qui les sépare du terrain suivant, elles sont très bouleversées.

4. — Bancs de grès grossier et bréchiforme, parfois très calcaire, avec *Nummulites ;* ces grès alternent avec des marnes grises (*Flysch* du sommet des Windspillen). Plongement S.-E.

5. — Marnes noires à petits rognons de calcaire compact noir et longs bancs de calcaire siliceux. *Perisphinctes sulciferus (Oxfordien)*. A l'W.-S.-W. du sommet ces marnes sont horizontales, mais dans la partie N. de leur bande d'affleurement elles plongent au N.-E.

6. — Mêmes roches qu'au n° 4, renfermant aussi des *Nummulites ;* en plus des roches en question on trouve de la brèche fine composée surtout de calcaire compact gris-clair *(Flysch)*. Plongement faible, dans la direction du N.

7. — Grande étendue de marnes noires à petits rognons, avec débris d'*Ammonites (Oxfordien)*. A la partie supérieure, au contact de la cornieule, on constate de petits affleurements de roches pareilles à celles du n° 6 (lentille de *Flysch*).

8. — Cornieule reposant nettement sur les terrains précédents et plongeant dans la direction du N. (Base du *Trias* de la sous-zone moyenne.)

Au sommet même des Windspillen dans le Flysch du n° 6 de la coupe détaillée, est pincé un long bloc lenticu-

Digitized by Google

laire de Malm [1] (calcaire compact clair à rognons de silex), sous-jacent à des grès à *Nummulites* et superposé en un point à du calcaire siliceux ou grès fin en plaquettes et en gros bancs (Flysch?). Au-dessous du bloc, sur le pâturage, gisent des débris de Flysch, entre autres un conglomérat. Celui-ci est formé d'éléments cristallins, d'éléments de calcaire compact gris plus ou moins clair (Malm?) et son ciment contient de gros grains de quartz roulés.

La bande de marnes oxfordiennes du n° 5 de la coupe peut être suivie assez loin au S. sous le Flysch n° 4 du sommet, et au N. sous le Flysch n° 6. A l'W. du sommet elle est superposée elle-même à un feuillet de Flysch, contenant de petits blocs de calcaire compact (Malm).

L'étude détaillée que nous venons de faire légitime la partie du profil I consacrée aux Windspillen. Ce profil montre que la sous-zone S. a ici exactement la même structure que dans la région du Rothhorn (comparer avec le profil III). On retrouve les alternats de marnes mésozoïques et de Flysch, et dans ces terrains les blocs de Malm encastrés. Ces masses alternantes *se bombent dans leur ensemble* de la même manière qu'elles le font dans la région du Rothhorn, et la cause est la même. Nous avons vu en effet dans l'étude du substratum haut-alpin qu'un anticlinal pénètre sous la Zone des Cols immédiatement à l'W. des Windspillen; il produit au-dessus de lui le même effet que l'anticlinal du Dungelschuss (profil II) sur les nappes préalpines de la région du Rothhorn (profil III).

Il est probable que des étirements se produisent dans la zone des Cols sous le Nummulitique renversé du pied du Klein-Hörnli, qui correspond, nous le savons, au flanc d'un grand anticlinal haut-alpin. On trouve en effet ici des traces de broyage (n° 3 de la coupe détaillée).

---

[1] Trouvé par M. E. Renevier (communication verbale).

Digitized by Google

Versants de la vallée. — Je ferai grâce au lecteur de la description détaillée de la sous-zone S. sur les versants de la vallée, très couverts de moraine.

La grande étendue de marnes qui couvre en partie le Tossenberg a livré en plusieurs points *Phylloceras tortisulcatum*. Mais on trouve dans ces marnes des blocs divers (voir la carte) et il est probable qu'elles ne sont pas oxfordiennes dans toute leur étendue.

Dans le torrent de Sulz, immédialement en amont du sentier Gschwend-Wolfegg, une zone de broyage préalpine repose sur la partie supérieure des schistes fauves haut-alpins à *Nummulites*. A sa base, cette zone est formée de marnes noires où j'ai trouvé des fragments dolomitiques gros comme le poing; on voit aussi de grands blocs de cornieule, de calcaire compact gris-clair très froissé (Malm?), de grès grossiers et de grès fin plaqueté; tous ces terrains affleurent à quelques enjambées de distance, dans le fond et sur les berges du torrent. Uné zone de broyage plus ou moins semblable peut être constatée au S.-W. du *D* de Dungelmatten, à la pointe du sillon de roche ancienne qui représente, sur ma carte, le lit d'un torrent non topographié.

La longue lentille de Malm de Gschwend est bien continue et non formée de blocs épars. Elle a livré un fragment d'*Aptychus lamellosus*. Affleurant entre l'Urgonien d'au-dessus Gschwend et le Nummulitique des Dungelmatten, elle suffit à prouver qu'il y a des terrains préalpins pincés dans le synclinal haut-alpin de Tweregg. Sa direction est parallèle à l'axe du synclinal.

Au S. du *k* de Fickhaus, dans les éboulis de la petite paroi haut-alpine topographiée, j'ai réussi à trouver un autre affleurement de Malm. C'est un grand bloc, lui aussi bien continu et enraciné dans le sous-sol. Son calcaire compact gris à rognons de silex suffit à le caractériser et empêche de le prendre pour du calcaire nummulitique; j'y

Digitized by Google

ai du reste vainement cherché les *Nummulites* si fréquentes dans ce dernier. Affleurant isolé au bord d'une région de schistes nummulitiques limitée par deux bandes de calcaires à *Nummulites,* il représente manifestement un lambeau de recouvrement préalpin pincé dans un petit synclinal du substratum.

Le versant W. de la vallée est encore plus couvert de moraine que le versant E. J'ai trouvé des fragments d'*Ammonites* en bien des points dans ses marnes, ainsi au S. de Rossweid, et des *Nummulites* dans ses grès, ainsi à Spitzenegg, au haut des ravinements topographiés.

2. Sous-zone moyenne.

ARÊTE E. DE LA VALLÉE. — La figure 2 représente une coupe naturelle de cette sous-zone au flanc S. du Trüttlisberg. Les couches sont faiblement inclinées au N. ou N.-W.

Aux Stüblenen affleure une énorme masse triasique composée surtout de gypse, avec de nombreuses bandes de cornieule. Une telle bande jalonne d'une manière très constante la base de l'affleurement. Vers l'E., — ceci n'est pas visible dans le croquis — ce Trias s'appuie sur le Flysch qui forme la partie supérieure de la sous-zone S. (profil III). Vers l'W., on suit sans peine la masse gypseuse au-dessous du Vorder-Trüttlisberg [1] ; elle affleure en des points nombreux, mais elle est en majeure partie cachée sous un voile d'éboulis où les débris de cornieule sont très fréquents [2].

[1] Je suppose que la largeur de l'affleurement triasique est due à un plissement, comme l'indique le profil III. Et de fait, nous savons qu'un anticlinal affecte le substratum haut-alpin dans le voisinage des Stüblenen (voyez la région du Tossenberg dans l'étude tectonique du pied des Hautes-Alpes).

[2] De là le nom de *Tuffsteine* donné à cette région (voir la carte ; les gens du pays appellent en effet la cornieule : *pierre de tuf*).

Digitized by Google

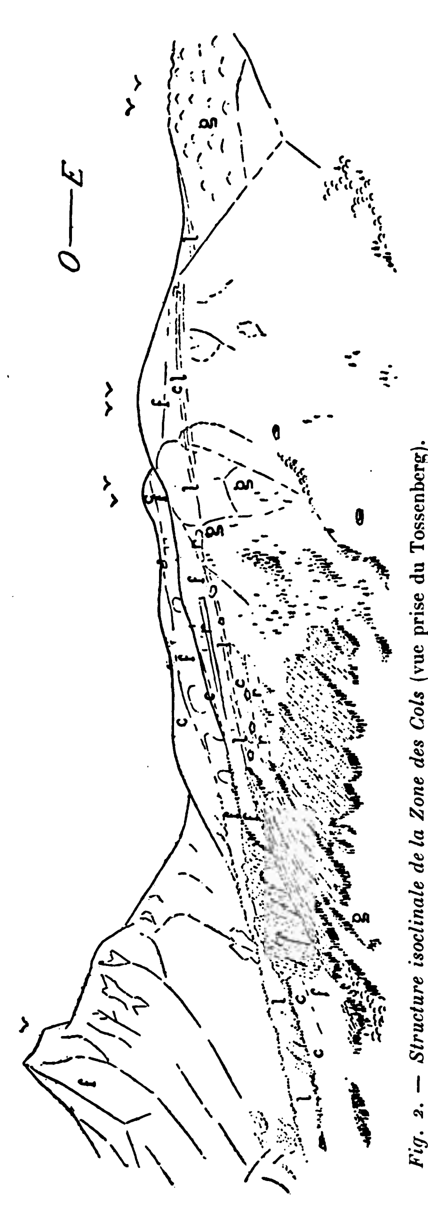


Fig. 2. — *Structure isoclinale de la Zone des Cols* (vue prise du Tossenberg).
v Lauenenhorn. — v^v Tauben. — vv Trüttlisberg. — ^{v}v Stüblenen.
g Trias (surtout gypse). — *c* Trias (surtout cornicule). — *r* Roches calcaires mésozoïques. — *l* Lias supérieur. — *f* Flysch.
Les trois chalets au milieu du croquis représentent le Vorder-Trüttlisberg.

Au Vorder-Trüttlisberg, au-dessus du gypse affleurent en plusieurs places du calcaire spathique clair ou de la brèche à cailloux oranges qui contient de grands blocs de calcaire siliceux à *Bélemnites* (voyez plus haut, dans la partie stratigraphique, les « Roches calcaires mésozoïques »). Ces roches se montrent entre autres au-dessous des trois chalets, et un peu plus à l'E. en un point où elles sont superposées immédiatement au gypse (par l'intermédiaire d'un peu de marnes irisées). Elles se présentent soit en masses bien continues enracinées dans

Digitized by Google

le sous-sol, soit en blocs déchaussés épars. Elles appartiennent sans doute à une même grande lentille jurassique.

Aux chalets du Vorder-Trüttlisberg une certaine épaisseur de diverses roches triasiques bien en place affleure au-dessus de la lentille.

D'autres lentilles jurassiques se voient dans la grande masse de gypse, en particulier celle qui s'étend sur le mot *Stüblenen* (voyez la carte; elle ne figure pas dans le croquis). Celle-ci offre exactement les mêmes roches que la lentille du Vorder-Trüttlisberg. Elle est accompagnée d'une bande de cornieule à son bord N. Un entonnoir troue le sol à sa pointe W. et prouve que le gypse des Stüblenen s'étend au moins jusqu'ici au-dessous d'elle.

Les affleurements triaso-liasiques de Gridi [1], qui dressent au milieu du glaciaire leurs masses ruiniformes, paraissent prolonger la lentille des Stüblenen vers l'W. Cet îlot rocheux paraît avoir un soubassement triasique, car la cornieule affleure autour de lui de plusieurs côtés; au coin N.-E. on voit même le gypse au fond d'un entonnoir. Sur le Trias repose à l'W. du Lias inférieur, à l'E. du Lias supérieur. Le Lias inférieur (calcaire spathique ou siliceux très foncé), en un des rares points où il affleure autrement qu'en blocs déchaussés et comme éboulés, plonge au N.-E. Le Lias supérieur (calcaires et marnes, voir « Stratigraphie ») plonge au S.-E. Ces deux masses liasiques paraissent donc former des paquets juxtaposés et non superposés.

Au gypse des Stüblenen et du Vorder-Trüttlisberg se superpose une assise peu épaisse de marnes schisteuses opaliniennes qui se révèle par une longue suite d'affleurements. (fig. 2.) A l'arête E. elle repose, autant qu'on peut

[1] Le mot *Gridi* en allemand littéraire *Kreide,* sert aux habitants de Lauenen pour désigner le gypse. La localité de Gridi est en effet voisine du grand gisement gypseux des Stüblenen. (Voyez aussi *Gridenläger,* dans la région des Windspillen.)


Digitized by Google

voir, immédiatement sur le gypse des Stüblenen. J'ai constaté ici sur l'Opalinien, mais pas au contact du gypse, de petits blocs de cornieule.

Au-dessus de l'Opalinien, dans la région qui, sur le croquis, s'étend au-dessous du sommet, de la cornieule affleure en beaucoup de points, en formant sans doute une mince et très longue lentille. En deux endroits, près des deux extrémités de la lentille telle qu'elle est délimitée dans le croquis, la cornieule est bien à découvert, pincée entre l'Opalinien sous-jacent et le Flysch sus-jacent, qui affleurent à quelques pas au-dessus et au-dessous d'elle. Dans l'affleurement oriental le Flysch offre de la brèche polygénique.

La grande masse de Flysch qui forme la partie supérieure du Trüttlisberg est surtout bien découverte à l'W. et au-dessus des chalets du Vorder-Trüttlisberg ; le Flysch offre, dans cette région, surtout des dalles de grès micacé. Mais au sommet et sur le flanc W. du Trüttlisberg, jusque non loin des chalets, il est recouvert de végétation. On ne voit à la surface du sol que des débris de brèche fine ou de grès grossier polygénique et aussi des débris cristallins, du granite entre autres, provenant sans doute de ces brèches. On rencontre aussi de petits blocs de Trias. J'ai trouvé de petites *Nummulites* au S. du sommet près de la limite de communes, dans de la brèche fine assez calcaire.

Sur le flanc E. du Trüttlisberg, la végétation fait défaut à quelque distance en dessous du sommet et laisse voir le sous-sol. On constate ici, dans les schistes foncés avec grès fin ou grossier et brèche polygénique du Flysch, des inclusions extrêmement variées de roches diverses : des marnes claires avec grès (Trias), des blocs déchaussés ou en place de calcaire dolomitique (Trias), de calcaire compact clair lité, de calcaire siliceux bleuté, de brèche calcaire (Lias inférieur ou Dogger?). Il s'agit évidemment d'une zone de broyage.

Digitized by Google

Dans le Flysch du Vorder-Trüttlisberg est pincée une longue lentille de calcaire compact ou finement grenu, gris foncé, à surface d'un blanc bleuté, bien lité et offrant des nodules siliceux (Lias inf. ? ? fig. 2). Les deux grands blocs qu'on voit dans le croquis en dessous de l'extrémité E. de la lentille en sont éboulés. A cette extrémité E., des blocs de cornieule bien enracinés dans le sous-sol accompagnent la bande calcaire; il y a même de la cornieule directement superposée au calcaire. (Ces petits blocs ne figurent pas dans le croquis.)

Les deux lentilles des Haslerbergmäder encastrées dans le Flysch schisto-gréseux à l'est du sommet du Trüttlisberg sont formées de la même roche et affleurent dans les mêmes conditions que la lentille qui vient d'être décrite. La roche des Haslerbergmäder a livré de longues et minces *Bélemnites* altérées et un fragment d'*Aptychus* à fins plis.

La lentille du Vorder-Trüttlisberg et celles des Haslerbergmäder incluses dans le même Flysch représentent sans doute les débris d'une, ou deux mêmes lames mésozoïques égrenées. Du reste on retrouve dans la zone de broyage qui les sépare du calcaire semblable au leur!

Le Flysch du Trüttlisberg est recouvert dans la partie W. de la figure 2 par une grande masse triasique, qui est formée entre autres roches par du calcaire dolomitique (supportant un peu de gypse au col du Trüttli). Sur ce Trias s'appuie, toujours dans la partie W. du croquis, un complexe épais de marnes feuilletées opaliniennes et de schistes mordorés (Lias sup.) Le Trias et l'Opalinien disparaissent dans le croquis par l'effet de la perspective derrière le Flysch du Trüttlisberg ; le Trias est encore visible un instant au-dessus des chalets du Vorder-Trüttlisberg. Ces deux terrains vont former le col du Trüttli, entre le Trüttlisberg et le Tauben. Ils sont surmontés enfin par les alternats de schistes noirs feuilletés et de

Digitized by Google

dalles de grès micacé où j'ai trouvé des brèches à *Nummulites* (voyez la partie stratigraphique) et qui dans le croquis forment la base du Tauben. J'envisage ce Flysch comme la partie supérieure et terminale de la sous-zone moyenne. Le Trias du sommet du Tauben, qui repose sur lui, appartient à la sous-zone N.

VERSANTS DE LA VALLÉE. — Sur ces versants, comme sur les arêtes le plongement des couches est très généralement N.-W. ou N.-N.-W.

En marchant de Loch vers Rütschi (versant E.) on rencontre, affleurant successivement au milieu du glaciaire, d'abord la longue bande de cornieule au-dessous de Wolfegg, puis la cornieule et le calcaire dolomitique du Blattibach[1], qui font sans doute partie d'une même masse. Car à Wolfegg il y a de grands entonnoirs (indiquant le Trias sous le glaciaire), et un petit affleurement isolé de cornieule. Cette large bande de Trias confine à son bout E. aux marnes du Tossenberg; elle est donc ici en contact avec la sous-zone S. et correspond par cela même au Trias des Stüblenen qu'elle paraît du reste prolonger.

Au S.-W. de Fluh, au N. du Trias en question, j'ai constaté parmi l'éboulis et le glaciaire de minuscules affleurements de marnes feuilletées opaliniennes. Le Lias sup. superposé au Trias des Stüblenen (fig. 2) se prolonge donc sans doute jusqu'ici.

La paroi de Fluh, un peu plus au N., est formée de Flysch à *Nummulites*, mais elle est traversée en écharpe par une mince bande d'Opalinien à *Posidomyes !* (Voyez le Lias sup. dans la partie stratigraphique.)

Enfin le lit du Kelleræibach est taillé presque en entier

[1] En plusieurs points entre le petit pont du sentier près du *S* de Schönenboden et la berge ravinée indiquée par le topographe au S.-E. de Fluh, on voit des marnes noires intercalées dans le Trias du Blattibach. Elles peuvent contenir des grès fins. Elles sont épaisses au haut de la berge en question. (Opalinien ? Flysch ?)


Digitized by Google

dans des marnes feuilletées et des schistes mordorés qui continuent l'Opalinien du Col du Trüttli. Le Flysch de de Fluh compris entre ce Lias sup. et l'équivalent du Trias des Stüblenen correspond donc vraisemblablement au Flysch du Trüttlisberg.

Je n'ai pas vu trace, dans la région de Fluh, du Trias superposé au Flysch du Trüttlisberg ! (Profil III.)

Sur le versant W. en allant de Hinter'm See au Brüchli, on rencontre d'abord le gypse d'Hinter'm See qui se trahit par des entonnoirs et plusieurs affleurements. Il doit être assez épais, et doit reposer directement sur l'Eocène haut-alpin voisin, car on peut constater dans le hameau, un entonnoir non loin des schistes fauves. Ce gypse paraît donc appartenir à la sous-zone S., étant donné sa superposition immédiate aux terrains du pied des Hautes-Alpes ! Mais d'autre part, il affleure exactement en face du Trias de Wolfegg et de Tüffi sur l'autre versant de la vallée, et il en forme sans doute le prolongement. Or nous avons rattaché le Trias de Wolfegg à la base de la sous-zone *moyenne !* Nous sommes donc forcés de laisser en suspens la question de l'attribution du gypse d'Hinter'm See à l'une ou l'autre sous-zone.

Quoiqu'il en soit, en quittant ce gypse et en marchant vers le N.-W. on rencontre à peu de distance au S.-W. de Rohr, deux bandes de Flysch, dont l'une forme une paroi, et qui sont séparées par une bande opalinienne. Cet ensemble correspond évidemment à la paroi de Fluh, située vis-à-vis de l'autre côté de la vallée et présentant la même constitution.

Au nord de la paroi de Flysch de Rohr s'étend la dépression du Brüchli qui est occupée vraisemblablement par la continuation de l'Opalinien et du gypse du Krinnen.

Arête W. de la vallée. — En suivant l'arête W. de la vallée, près de la limite de communes et en restant en

Digitized by Google

général à l'W. de celle-ci, j'ai relevé dans la sous-zone moyenne la série des couches suivantes, plongeant d'ordinaire au N.-W. :

(Coupe de la sous-zone moyenne sur l'arête W.)

— *Zone de broyage* de la sous-zone N.

14. — Alternats de grès, de marnes et aussi de bancs de calcaire compact bleuté assez épais *(Flysch)*. Plongement N.-W.

13. — Marnes feuilletées très noires, avec des lits de calcaire siliceux foncé plus ou moins plaqueté, parfois pyriteux, et des rognons de calcaire compact aussi pyriteux (*Opalinien* du Col du Krinnen). Plongement N.-W. et N.

12. — Gypse (sous la bande gypseuse un peu de marnes noires, séparées du gypse par l'intermédiaire de marnes et de grès clairs ; au milieu de la bande, un peu des mêmes marnes noires. *Trias*, broyé avec de l'Opalinen ?). *(Glaciaire.)*

11. — Suite d'affleurements d'une roche cristalline verte, à grain fin, schistoïde (voyez le Terrain cristallin, dans la Stratigraphie).

10. — Suite d'affleurements montrant des alternats de grès plus ou moins fin, de calcaire un peu siliceux, de brèche fine ou grossière polygénique, de marnes noires schisteuses. (En un point, banc de calcaire siliceux foncé reposant sur un banc de calcaire dolomitique. *Flysch* avec blocs de Trias et de Lias inférieur ?).

9. — Marnes noires schisteuses (*Opalinien*) formant un très petit col (*B* de *B*randsberg, sur la carte).

8. — Groupe de blocs de calcaire compact gris-clair, de brèche calcaire (avec aussi du micachiste comme élément), de brèche à cailloux dolomitiques, etc. (Jurassique ?

Digitized by Google

Flysch ?). J'envisage les nos 7 et 8 comme formant ensemble une petite zone de broyage.

7. — Une faible épaisseur mais bien en place d'alternats de grès grossier, de calcaire finement grenu et de marnes noires (*Flysch*).

6. — Marnes noires feuilletées. } *Opalinien.*
5. — Schistes mordorés; plongement N.-E. }

4. — Alternats de grès grossier, de calcaire plus ou moins foncé finement grenu, de brèche polygénique et de marnes noires (*Flysch*). Plongements N.-W. et N.-E.

3. — Blocs de calcaire dolomitique extrêmement froissé, parfois presque entièrement transformé en calcite. } *Trias.*
2. — Gypse des Gridenläger. }
1. — Cornieule. }

— *Oxfordien* de la sous-zone S.

Cette coupe détaillée légitime la partie du profil I consacrée à la sous-zone moyenne. Ce profil est, comme je l'ai déjà dit, un peu simplifié et schématisé.

Coup d'œil général sur la sous-zone moyenne. — Le Trias des Stüblenen et celui du petit col au N. des Windspillen (profils I et III) se correspondent, car ils reposent tous deux sur des terrains que nous avons rattachés à la sous-zone sud. L'Opalinien superposé au gypse des Stüblenen, reconnu encore par traces au S.-W. de Fluh, dans le fond de la vallée, ne se retrouve pas sur le Trias de l'arête W. Le Trias en question (nos 1 à 3 de la coupe détaillée) supporte directement un complexe de Flysch, d'Opalinien et de zones de broyage (nos 4 à 10) qui peut être suivi par les affleurements du Brandsberg jusqu'à Rohr. La paroi de Fluh, sur l'autre versant de la vallée, correspond, nous le savons, d'une part aux affleurements de Rohr, d'autre part au Flysch du Trüttlisberg. Celui-ci, avec ses zones de broyage et ses lentilles jurassiques

Digitized by Google

paraît donc être la continuation du complexe n°s 4 à 10 de l'arête W. Cependant, l'Opalinien compris dans le Flysch de l'arête W (n°s 5 et 9) et qui se retrouve très aminci jusque dans celui de la paroi de Fluh, n'a pas été signalé dans le Flysch du Trüttlisberg.

Enfin, les trois masses supérieures de la sous-zone moyenne : Trias, Opalinien et Flysch se retrouvent exactement dans le même ordre sur l'arête W. et sur l'arête E. de la vallée (comparez profils I et III) ; elles jouent le même rôle orographique, puisque les deux cols latéraux principaux de la vallée sont taillés dans la même bande d'Opalinien.

En résumé, la sous-zone moyenne a une constitution assez uniforme dans toute son étendue. Les différences entre ses coupes sur les deux arêtes de la vallée (profils I et III) s'expliquent par le fait que certaines masses de terrain se *coincent* et disparaissent dans l'intervalle de ces coupes.

3. Sous-zone N.

Région du Tauben. — C'est dans cette région que la sous-zone s'étudie le mieux (profil III). Sur le Flysch de la sous-zone moyenne repose ici une grande lame de Trias bien découverte et bien visible de loin. Elle est formée dans sa partie W. de cornieule surtout. Près du sommet et à l'E. de celui-ci une lentille de gypse se superpose à la cornieule. Il est possible que la cornieule se recourbe devant le gypse, près du sommet, comme l'indiqne le profil, mais la chose est peu nette sur le terrain. Sur la cornieule, gisent en un point de petits blocs de brèche spathique rose et verte avec *Bélemnites*.

Le sommet même du Tauben est formé par des dalles de grès du Flysch, et ce terrain, immédiatement à l'E. du sommet, repose directement sur le gypse ; on peut s'en assurer sur les flancs de plusieurs petits entonnoirs. A

Digitized by Google

une certaine distance à l'W. du sommet, on ne voit plus de gypse entre la Cornieule et le Flysch. Ce dernier terrain se constate sur une assez grande étendue au N. et au N.-E. du Tauben, dans le haut du Turbachthal où il fait affleurer de nombreux bancs de brèche polygénique. Les sinuosités que décrit la limite du gypse et du Flysch sont dues au fait que les couches plongent à peu près parallèlement à la surface du sol.

On peut s'assurer, dans l'une des branches du ruisseau, des Mattismäder au N. du sommet du Tauben, que le Flysch à brèche est lui-même recouvert par une nouvelle lame de Trias, offrant de la cornieule, du calcaire dolomitique et des marnes irisées. Le Trias affleure dans plusieurs des branches du torrent. A la surface des pâturages, sur le Trias, on remarque deux affleurements rocheux, au N. du *T* de Tauben sur la carte. L'un d'eux consiste en une masse assez continue de calcaire siliceux à petites *Bélemnites* (voir Stratigraphie) ; l'autre, un peu plus à l'W., offre quelques blocs épars de brèche rose, verte ou grise, spathique, à cailloux dolomitiques, et aussi de calcaire compact clair schistoïde.

En continuant à descendre les branches du haut Turbach on rencontre après la lame triasique supérieure les grandes masses de schistes feuilletés noirs à dalles de grès micacé du Flysch du Niesen, plongeant dans la direction du N.

Pied du Lauenenhorn. — La structure de la sous-zone peut s'étudier ici en plusieurs points, en particulier dans les grands ravins rocheux appelés « Buchäste » par les gens de Lauenen.

La figure 3 représente la partie de ces ravins, située sur la carte au S.-E. du *O* de Ochsenweid.

Les affleurements de Flysch schisto-gréseux au bas et dans la partie E. de la figure appartiennent évidemment à une même bande. Il s'agit de ce Flysch, tout pareil à

Digitized by Google

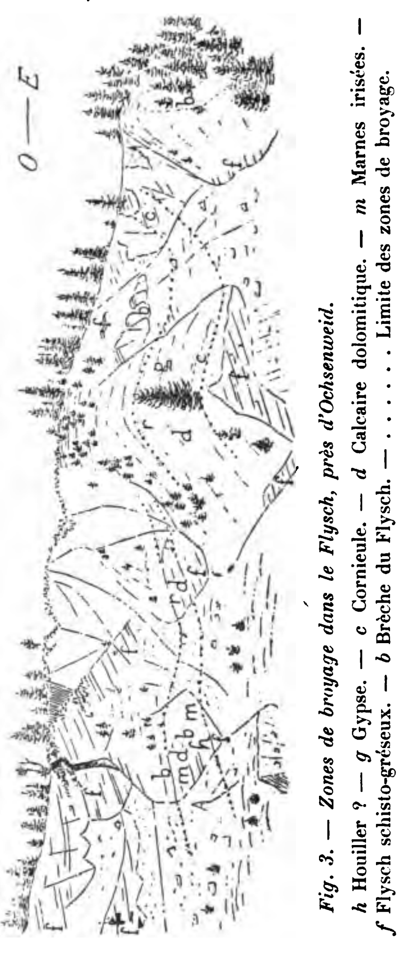


Fig. 3. — Zones de broyage dans le Flysch, près d'Ochsenweid.
h Houiller ? — *g* Gypse. — *c* Cornieule. — *d* Calcaire dolomitique. — *m* Marnes irisées. — *f* Flysch schisto-gréseux. — *b* Brèche du Flysch. — . . . . . . Limite des zones de broyage.

l'Opalinien, dont il a été question en Stratigraphie. L'affleurement qui est tout à fait à l'E. dans le lit d'un ruisseau offre des alternats de schistes noirs feuilletés, de grès fin plaqueté, de calcaire compact ou à grain fin, de brèche fine ou grossière. Dans le bas du ruisseau le plongement est N.-W.; dans le haut il devient W. et très fort; le Flysch se dresse comme pour recouvrir le grand bloc de brèche situé plus à l'E., brèche cristalline et calcaire à gros éléments, ou très fine, et renfermant alors des *Nummulites*.

Au-dessus du Flysch simili-opalinien dont nous parlons affleurent des terrains mésozoïques qui doivent appartenir tous ensemble à une même zone de broyage. Tandis qu'il y a du gypse, de la cornieule, etc., au bout W. de l'affleurement de cette zone (près d'un grand sapin), on ne voit au bout E. que de la cornieule ; les autres roches sont peut-être cachées sous l'éboulis.

Digitized by Google

Plus haut que cette zone mésozoïque vient un gros banc de brèche polygénique et du Flysch schisto-gréseux.

Puis on voit dans la partie W. du croquis une nouvelle zone mésozoïque qui est située beaucoup plus haut que la première ; la perspective de la figure 3 n'est pas bonne à cet égard. Au bout E. de l'affleurement de la zone, un banc de calcaire bréchiforme est surmonté de brèche spathique alternant dans sa partie supérieure avec des grès ; le tout est pincé dans le Flysch typique. Au bout W. de la même zone affleure, sur la faible épaisseur qu'indique le croquis, la série des couches suivantes :

(Coupe dans les ravins rocheux du pied du Lauenenhorn.)

5. — Alternats de marnes noires schisteuses, de grès plaqueté et de brèche (*Flysch*).

(Végétation).

4. — Marnes très claires contenant deux bancs de calcaire dolomitique interstratifiés, le banc supérieur accompagné de grès blanc (*Trias*).

(Végétation ; un peu de grès fin, peut-être éboulé).

3. — Marnes feuilletées gris plus ou moins foncé ; un peu à l'E., petit affleurement de brèche calcaire avec cailloux foncés et cailloux dolomitiques *(Flysch ?)*.

2. — Grès plaqueté verdâtre clair (*Houiller ?*) ; un peu à l'E., marnes vertes (*Trias*).

1. — Schistes noirs avec bancs de calcaire siliceux (*Flysch ?*).

En dessus de la zone de broyage supérieure se dresse une haute paroi de Flysch où affleurent surtout les grès ; je n'y ai plus trouvé de terrains mésozoïques ; les grès sont extrêmement plissotés, à en juger par les éboulis de la paroi, où l'on peut trouver toutes les espèces de plis en miniature.

Digitized by Google



Fig. 4. — *Zone de broyage dans le Flysch de la sous-zone nord* (vue prise du Brüchliwald). — | Trias (surtout cornieule). — = Roches calcaires mésozoïques. — | | | | Gros bancs de brèche du Flysch.
Tout le reste de la montagne est de Flysch schisto-gréseux, recouvert par places d'éboulis.

Versant W. de la vallée. — La figure 4 représente la sous-zone N. sur ce versant.

Toute la masse en saillie comprise dans ce croquis entre le col du Krinnen et la vallée de Lauenen est formée de Flysch schisto-gréseux, plongeant d'une manière très constante au N.-W. ou au N.-N.-W. Ce Flysch est recouvert sur de grandes étendues par un voile d'éboulis que des lits de torrents déchirent localement et dont la carte indique la délimitation.

Dans le Flysch schisto-gréseux sont contenus à un certain niveau des bancs épais de brèche polygénique très constants qui font saillie presque partout hors de l'éboulis. Au-dessus de ces bancs, les lits des torrents permettent de constater une zone d'affleurements de Trias et de « Roches calcaires mésozoïques ». Ces affleurements sont d'ordinaire extraordinairement amincis, ils n'ont en général que quelques mètres d'épaisseur et pour les trouver il faut de l'attention, étant donnés les matériaux meubles qui cachent d'ordinaire plus ou moins la roche en place sur le fond et les berges des torrents.

Digitized by Google

Au-dessous des bancs de brèche on trouve une autre zone d'affleurements mésozoïques. Elle comprend entre autres des lentilles relativement épaisses et assez longues de calcaire plus ou moins compact, foncé, bleuté, bien lité, affleurant en masses bien continues, au Brüchli (près des chalets, au milieu et au bas du croquis) et à Bühl près Lauenen (coin droit inférieur du croquis). Cette zone mésozoïque inférieure paraît moins continue que la zone supérieure, mais le fait tient peut-être à la plus grande épaisseur de l'éboulis au pied de la montagne. Cependant les lits de plusieurs torrents au N. du Brüchli mettent le Flysch à nu jusqu'au pied de la sous-zone (voyez la carte), et je n'y ai pas trouvé d'affleurements mésozoïques certains [1]. Je n'ai pas non plus de traces sûres de cette zone de broyage sur un certain espace au N. du col du Krinnen.

La coupe détaillée suivante fera voir d'un peu plus près la structure de la sous-zone N. sur le versant W. de la vallée. Cette coupe a été relevée dans le plus occidental des trois torrents dont les bassins de réception forment les ravinements indiqués près du col du Krinnen (figure 4). Le plongement est N.-W.

(Coupe dans un torrent au N. du Krinnen.)

7. — Enorme épaisseur d'alternats de grès fins plaquetés, ou grossiers, et de marnes noires schisteuses (*Flysch* du bassin de réception).

6. — Banc de cornieule *(Trias)*.
Bancs de calcaire dolomitique *(Trias)*.
Banc de Brèche spathique rose *(Lias inférieur ?)*.
L'ensemble de ces bancs superposés n'a que quelques mètres d'épaisseur.

[1] On constate dans le Flysch à la partie inférieure de ces torrents de gros bancs de calcaire compact foncé, mais il serait difficile de prouver que ces bancs sont mésozoïques et ne représentent pas de ces lits calcaires qu'on trouve si souvent, — bien moins épais il est vrai, — dans le Flysch des sous-zones moyenne et nord.


Digitized by Google

5. — Grande épaisseur d'alternats de grès plaquetés fins ou grossiers et de marnes foncées feuilletées, avec de très gros bancs de brèche polygénique *(Flysch)*. En un point, sous un banc très épais de cette brèche qui est à l'origine du bassin de réception du torrent, affleurent des marnes schisteuses très noires *(Opalinien ? ?)*.

4. — Banc de brèche dolomitique excessivent disloquée, méconnaissable *(Trias ?)*. Un peu de marnes claires *(Trias)*. Un peu de calcaire plus ou moins clair, schistoïde *(Lias inférieur ?)*.

3. — Alternats de grès plaqueté et de marnes feuilletées, contenant un banc de brèche polygénique *(Flysch)*.

2. — Suite d'affleurements montrant des alternats de marnes schisteuses et de bancs calcaires compact ou finement grenu, lité. Parmi ces alternats deux gros bancs ou blocs de calcaire foncé bleuté à surface claire, bien lité *(Flysch ?* avec blocs de *Lias inférieur ?)* [1].

1. — Alternats de grès plaqueté et de marnes noires schisteuses *(Flysch)*.

Au-dessous de ce Flysch, le torrent cesse de creuser ; il atteint bientôt la bande de terrain peu déclive qui, du Brüchli, s'étend dans la direction du col.

Le calcaire en bancs épais du nº 2 de la liste ci-dessus est entièrement pareil à la roche qui forme les grandes lentilles du Brüchli, et de Bühl près Lauenen, affleurant de même que ces bancs près de la base de la sous-zone. Il s'agit sans doute d'une même lame égrenée.

Quand on suit la bande mésozoïque supérieure de la coupe, (nº 6), dans la région qui domine directement le col du Krinnen, on constate ici un inextricable fouillis de roche en place et de blocs déchaussés : calcaire dolomiti-

[1] Les roches de ce nº 2 n'ont pas été relevées dans le lit du torrent, comme celles de tous les autres numéros, mais à une certaine distance au S.-W. La partie du lit du torrent correspondant à ce niveau est donc inexplorée.


Digitized by Google

que, cornieule, marnes irisées du Trias, calcaires et brèches jurassiques.

COUP D'ŒIL GÉNÉRAL SUR LA SOUS-ZONE N. — En résumé la sous-zone N. offre partout la même structure. Elle est formée de Flysch surtout et renferme deux complexes mésozoïques laminés encastrés dans ce Flysch. Ces complexes sont parfois des masses continues et épaisses (au Tauben, profil III). D'ordinaire ils sont très amincis (fig. 4) et leur structure varie extrêmement d'un point à l'autre, même quant on compare des points très rapprochés (fig. 3) ; les complexes mésozoïques représentent alors évidemment des zones de broyage.

Dans le Flysch qui sépare les deux complexes secondaires j'ai trouvé toujours de gros bancs de brèche polygénique stratifiée (fig. 4).

J'ai rattaché le Flysch qui est sous le complexe mésozoïque inférieur à la sous-zone moyenne, et l'on considère celui qui est sur le complexe supérieur comme formant une zone spéciale, la Zone du Niesen. Mais tous ces Flysch ne se distinguent guère et les délimitations des zones et sous-zones sont ici arbitraires. La sous-zone N. par son Flysch très épais et ses terrains mésozoïques peu développés relie intimement la sous-zone moyenne à la Zone du Niesen. Orographiquement du reste elle se rattache bien plus à la Zone du Niesen très en saillie, dont elle forme pour ainsi dire le pied, qu'à la Zone des Cols, molle et déprimée.

I. Résumé général.

STRATIGRAPHIE DU PIED DES HAUTES-ALPES. — La région en question offre de bas en haut les terrains suivants dont

[1] Les roches de ce n° 2 n'ont pas été relevées dans le lit du torrent, comme celles de tous les autres numéros, mais à une certaine distance au S.-W. La partie du lit du torrent correspondant à ce niveau est donc inexplorée.

Digitized by Google

les relations de superposition sont bien claires (Voyez profil II):

1° L'*Hauterivien*, alternats de marnes foncées et de bancs de calcaire échinodermique et siliceux, avec un niveau inférieur plus calcaire et un niveau supérieur plus marneux.

2° L'*Urgonien*, massif calcaire blanc à *Réquiénies*.

Le Gault et le Crétacique supérieur font défaut.

3° Le *Nummulitique*, avec, de bas en haut, du grès quartzeux, du calcaire à petites *Nummulites* et des schistes fauves passant au Flysch. Sa composition varie dans les limites de notre champ d'étude.

Stratigraphie de la Zone des Cols. — J'ai pu distinguer les terrains suivants:

1° Des *roches cristallines* diverses (granites et gneiss à feldspath blanc, micaschistes, schistes cristallins verts, etc.)

2° Des grés *houillers* ?

3° Le *Trias* (gypse, calcaire dolomitique, cornieule, marnes bariolées, grès clairs).

4° Un groupe de *Roches calcaires mésozoïques diverses*. Ces roches, calcaires massifs ou brèches calcaires souvent spathiques, appartiennent en partie au *Lias inférieur*.

5° Le *Lias supérieur* marneux à *Harpoceras* et *Posidonomyes*.

6° Un groupe de *Marnes mésozoïques diverses* formées surtout d'*Oxfordien* à *Phylloceras tortisulcatum* et de *Lias supérieur*, avec aussi probablement du *Néocomien*.

7° Le *Malm*, sous forme de calcaires compacts à rognons de silex et *Aptychus*.

8° Le *Crétacique supérieur* (calcaires blancs à *Foraminifères*).

9° Le *Flysch*, marno-gréseux et bréchiforme polygénique. Il offre assez fréquemment des *Nummulites*. Néanmoins il est très polymorphe au point de vue de la composition pétrographique, et il est possible qu'une partie de

Digitized by Google

ces alternats de marnes et de grès et brèches polygéniques soit d'âge secondaire.

DIFFÉRENCES ENTRE LES SOUS-ZONES DE LA ZONE DES COLS. — Les terrains qui ont été reconnus à coup sûr dans la *sous-zone sud*, sont les suivants : le terrain cristallin, le Trias, le Lias supérieur et l'Oxfordien (dans les « marnes secondaires non délimitées »), le Malm, le Crétacique supérieur et le Flysch.

Dans les *sous-zones moyennes et N.*, la présence des termes suivants est hors de doute : le terrain cristallin, le Trias, le Lias inférieur (dans les « roches calcaires mésozoïques diverses »), le Lias supérieur et le Flysch.

Ces deux dernières sous-zones sont donc assez semblables ; elles diffèrent principalement par le Lias supérieur, présent dans la sous-zone moyenne, absent ou douteux dans la sous-zone N.

Les différences portent surtout entre la sous-zone S. et l'ensemble des sous-zones moyenne et N.

A quoi tiennent ces différences ? A des changements de faciès ? A des lacunes, d'ordre stratigraphique ou tectonique ? Je ne sais. Il me suffit pour le moment d'avoir montré que *la limite des sous-zones S. et moyenne est une frontière naturelle de quelque importance.*

TECTONIQUE DU PIED DES HAUTES-ALPES. — Le pied des Hautes-Alpes offre dans sa partie sud un grand anticlinal (Dungelschuss) flanqué de deux synclinaux (profil II). L'anticlinal est affecté de failles importantes ayant leur regard au S.-W. (fig. 1).

Dans la partie N., très compliquée, on peut admettre l'existence d'une nappe de recouvrement dont le noyau serait formé par la barre hauterivienne allant d'Hinter'm See au pied du Dungelschuss. Le substratum de la nappe serait représenté par la voûte urgonienne-nummulitique sortant des alluvions du fond de la vallée (sous le mot *See* de Hinter'm See, dans le profil II).

Digitized by Google

La structure isoclinale de la Zone des Cols. — Voici de bas en haut les *principales* masses de terrains qui constituent la Zone des Cols (profils I et III) :

1° La sous-zone S. est formée par des alternats de *marnes secondaires* et de *Flysch* (entre le Rothhorn et les Stüblenen, ces terrains alternent au moins trois fois).

2° La sous-zone moyenne présente sur l'arête E. de la vallée (profil III) la superposition de deux complexes plus ou moins pareils formés de bas en haut par du *Trias*, du *Lias supérieur* et du *Flysch*. (Sur l'arête W., profil I, les dispositions sont un peu autres, nous verrons pourquoi.)

3° La sous-zone N. offre un double alternat de *Trias* et de *Flysch* (profil III ; dans le profil I le Trias est remplacé par des zones de broyage formées en bonne partie de lentilles triasiques).

La masse supérieure de Flysch, énorme, n'est autre que la *Zone du Niesen*. Le Flysch de cette dernière est du reste pareil à celui des sous-zones moyenne et nord.

Ces masses de terrain étendues présentent parfois des *solutions de continuité*, ou bien elles se *coincent* entièrement dans une certaine direction, tout comme de simples lentilles. C'est par des coincements, par exemple, que la différence de structure de la sous-zone moyenne sur les deux arêtes de la vallée a été expliquée dans la description détaillée (pages 49-50).

Les *lentilles* et les *blocs* se trouvent pour ainsi dire *partout* dans la Zone des Cols, dans tous les terrains étendus, comme cela a été montré dans la partie stratigraphique, et dans toutes les positions par rapport aux masses étendues de terrain. *Ils ne sont pas propres au Flysch.*

Les *zones de broyage*, formées d'association de lentilles et blocs divers en grand nombre, prolongent souvent des masses plus étendues, formées des mêmes roches, et qui se sont coincées. C'est le cas, nous l'avons vu, pour les zones

Digitized by Google

de broyage de la sous-zone S. (profil I) qui sont le prolongement des masses triasiques du Tauben (profil III).

Il est remarquable que les terrains relativement peu résistants se rencontrent à Lauenen en masses généralement très étendues (gypse, cornieule, marnes secondaires, Flysch schisto-gréseux). Au contraire les roches dures ne se présentent qu'en lentilles ou en blocs (roches cristallines, calcaires mésozoïques, brèche cristalline du Flysch).

Du reste, les diverses roches de la Zone des Cols sont très souvent affectées de dislocations pétrographiques intenses.

INTERPRÉTATION DE LA STRUCTURE ISOCLINALE DE LA ZONE DES COLS. — La Zone des Cols donne l'impression d'une *gigantesque brèche de friction*, dans laquelle les roches dures surtout ont mal résisté au *laminage* et ont été émiettées, tandis que les roches tendres ont simplement été étirées en lames.

Il paraît donc probable que les *lacunes* et les *coincements* si nombreux, présentés par la Zone, sont dus, au moins en majorité, à des phénomènes tectoniques, à des étirements en masses. De même, la majorité des lentilles et blocs représenteraient des *produits de trituration tectonique;* ce seraient les résultats de l'égrénement des roches dures, jadis interstratifiées entre les lames de roches tendres, ou bien des noyaux de plis détachés par étranglement, ou des lambeaux de poussée, etc.[1].

Mais il n'est pas possible dans l'état actuel des connaissances de montrer d'une manière détaillée et précise comment toutes ces intenses dislocations ont pris naissance.

[1] Il est cependant admissible que tout ou partie des blocs contenus dans les brèches éocènes ou mésozoïques sédimentaires (voir page 42) ou même dans le Flysch schisto-gréseux, représentent de très gros éléments de brèche, des fragments éboulés de la côte qui a fourni par sa destruction ces brèches ou ces grès grossiers. La roche des blocs ne diffère guère de celle des éléments des brèches.



Recouvrement du pied des Hautes-Alpes par la Zone des Cols. — Les terrains de la Zone des Cols sont étalés en recouvrement sur les schistes nummulitiques haut-alpins, sans qu'on voie entre eux, en général, de discordance angulaire. Le contact se fait d'ordinaire par un feuillet de marnes secondaires préalpines (Rothhorn, profil III ; Klein-Hörnli, profil I) ; à la Holzerfluh il y a entre les marnes préalpines et les schistes haut-alpins une zone de broyage offrant de nombreux blocs de Malm, dont le plus gros, énorme, est isolé au fond du Küh-Dungel. A Hinter'm See, du gypse qui appartient peut-être à la base de la sous-zone *moyenne*, paraît reposer directement sur le Nummulitique (profil II). En tous cas *je n'ai pas retrouvé en ce deruier point, entre le substratum haut-alpin et la sous-zone moyenne, les alternats de Flysch et de marnes mesozoïques de la sous-zone S.* (voir page 47). L'interprétation la plus simple de ce fait me paraît être d'y voir un étirement, étant donné le rôle très important de ces dislocations dans la Zône des Cols.

Les plis et failles concordants des Hautes-Alpes et des Préalpes. — Nous avons vu que les dislocations haut-alpines, plis ou failles, affectent partout au-dessus d'elles en concordance les terrains préalpins. (Comparez profils II et III.)

Mais cette influence tectonique du substratum sur le superstratum est localisée dans les parties S. de la Zone des Cols. Dans les parties N. de cette dernière il n'y a plus de plis ; les couches plongent uniformément au N.-W., ou N.-N.-W. (profils I et III).

Ainsi les plis de large courbure et les grandes failles qui affectent les Hautes-Alpes dans toute leur largeur et aussi le bord des Préalpes en recouvrement, cessent au N. d'une ligne qui passe par la Zone des Cols.

Ce phénomène me paraît très important, mais ses causes me sont peu claires. La première idée qui vient est de l'attribuer à des influences génétiques : les amples dislo-

Digitized by Google

cations de la zone calcaire haut-alpine n'auraient comme équivalent dans les parties N., plus molles, de la Zone des Cols, que des plis et des flexures nombreux mais de faible envergure. Et de fait les couches de la Zone des Cols et le Flysch du Niesen sont très plissotés.

SUCCESSION CHRONOLOGIQUE DES DISLOCATIONS. — Toutes les dislocations que nous venons de passer en revue sont postérieures au Flysch, car elles affectent toutes ce terrain.

La structure de la Zone des Cols en masses isoclinales et le chevauchement de cette zone sur le pied des Hautes-Alpes sont antérieurs aux plis et failles, puisque ceux-ci disloquent en concordance le substratum haut-alpin et les masses préalpines superposées.

Les failles sont postérieures aux plis, à en juger par la grande faille qui brise l'axe de l'anticlinal du Dungelschuss au N. du Gubishubel (fig. 1).

Il y a donc à Lauenen au moins *trois temps* distincts de dislocations.

2. Conclusions.

En se basant sur ses propres recherches dans les Hautes-Alpes, et sur mes recherches dans la Zone des Cols, M. Maurice Lugeon a tiré déjà les conclusions théoriques qui se déduisent de l'étude de Lauenen (12 et 13). Je n'ai pas la prétention de vouloir refaire ce travail après lui et je me contente de citer.

D'après M. Lugeon la Zone des Cols est reliée par une série de lambeaux de recouvrement, assis sur les Hautes-Alpes, à la racine de grands plis couchés situés au-dessus de Sierre en Valais. Les terrains de la Zone des Cols sont du reste très semblables à ceux du versant N. du Valais [1].

---

[1] J'ai pu constater personnellement, dans une course avec M. Lugeon, la ressemblance assez frappante entre les terrains affleurant au N. de Grange et certains terrains de la Zone des Cols.


Digitized by Google

Ainsi les masses isoclinales de la Zone des Cols représenteraient des têtes anticlinales plongeantes détachées de leurs racines par l'érosion et la Zone des Cols viendrait du S., par-dessus les Hautes-Alpes.

Par conséquent le reste des Préalpes, qui repose sur la Zone des Cols ou sur sa partie supérieure, la zone du Niesen, viendrait aussi du S. La démonstration a, du reste, été faite déjà par M. Lugeon pour une partie au moins des Préalpes : la *Région de la Brèche du Chablais* (10).

Les dislocations intenses de la Zone des Cols s'expliqueraient par le laminage excessif qu'ont dû produire les masses préalpines en passant sur la zone; ces masses représentent le rouleau du laminoir qui a écrasé les terrains de Lauenen.

Voici dans les grandes lignes l'interprétation de M. Lugeon. La Zone des Cols livrerait donc des preuves décisives en faveur de la théorie d'après laquelle les Préalpes ne sont pas en place, théorie qu'a défendue en premier M. Hans Schardt (8).

Pour plus de détails et pour la manière dont ces conceptions se raccordent avec la géologie de l'ensemble des Alpes suisses, je renvoie à l'ouvrage de M. Lugeon (13).

3. Aperçu morphologique.

La Zone des Cols formée de roches tendres et limitée par deux zones de roches dures, occupe une longue dépression. C'est le caractère pittoresque du paysage de Lauenen que ce contraste entre la Zone des Cols basse, gazonnée, aux formes douces, et la muraille abrupte des Hautes-Alpes.

Le recouvrement du pied des Hautes-Alpes par la Zone des Cols s'observe de la manière la plus nette sur le versant E. de la vallée, grâce aux différences de terrains des deux zones. Les calcaires de l'anticlinal du Dungelschuss

Digitized by Google

font saillie longuement vers l'E. hors des terrains préalpins érodés au-dessus d'eux. Au contraire, les marnes de la Zone des Cols sont bien conservées suivant deux bandes qui flanquent l'anticlinal et correspondent l'une au synclinal du Küh-Dungel et du Rothhorn, l'autre à la région également synclinale de Tweregg et d'Unter'm Dungel. (Voyez la carte.) Le pied des Hautes-Alpes se comporte donc comme un escalier, la Zone des Cols comme un tapis étalé dessus, usé sur l'arête des marches et conservé dans leurs angles rentrants.

La Zone des Cols doit à ses terrains tendres et à son revêtement glaciaire d'avoir des pâturages plus riches que les zones limitrophes. Aussi les habitations y sont-elles en nombre bien plus considérable que sur ces dernières. En outre, c'est par la Zone des Cols et d'une manière plus précise par sa sous-zone moyenne, que se font les communications entre la vallée de Lauenen et les vallées voisines. En effet les sentiers des cols du Krinnen et du Trüttli suivent fidèlement la sous-zone en question, qui est le lieu le plus marneux et le plus déprimé de la zone. Par suite de ce fait, le groupement de maisons le plus important de la vallée, le village de Lauenen proprement dit, est situé précisément sur le tracé de cette sous-zone.

Une autre conséquence de la nature marneuse des terrains de la Zone des Cols et de l'abondance du glaciaire se manifeste dans le *chevelu hydrographique*, beaucoup plus touffu que dans les zones encaissantes, gréseuses et calcaires. (Voyez la section 472 de l'Atlas Siegfried à laquelle ma carte est empruntée.) Les alluvions des nombreux torrents de la zone ont déterminé, justement dans la région où celle-ci traverse la vallée, la formation d'une *plaine alluviale* constituée surtout par les cônes de déjection de ces torrents et aussi sans doute par les dépôts du cours d'eau principal entravé dans sa course.

Digitized by Google

Enfin la nature tendre des terrains de la zone a encore une conséquence assez inattendue. Elle vaut à cette zone dominée par deux régions de haut relief un grand nombre d'*avalanches*, comme le nom de *Lauenen* en témoigne (en allemand littéraire : *Lawine*) [1].

La Zone des Cols a une largeur transversale plus grande sur le versant E. de la vallée que sur le versant W. ; elle offre donc sur le premier versant plus de prise à l'érosion. Je crois qu'il faut attribuer à ce fait la distance plus grande qui sépare le thalweg de l'arête E. que de l'arête W.

Disons, pour finir, que la structure compliquée de la zone se traduit morphologiquement par un relief très accidenté. Les petites arêtes et les petits sommets, en général déterminés par le Flysch, sont nombreux, et de même les sillons et les petits cols, taillés dans les marnes. (Voyez les profils I et III.) Les torrents sont souvent logés sur toute leur longueur dans la même bande de marne. (Schwarzenbach, Kelleroeibach, etc.) Les torrents sont du reste loin d'avoir un lit stable dans cette zone tendre; ainsi le Schwarzenbach se jette depuis 1875 dans le Kelleroeibach à Fänge et non plus directement dans le Rohrbach comme l'indique la carte levée en 1840.

[1] Les Valaisans et les gens du Pays-d'Enhaut appellent Lauenen : la *Lawine* ou la *Lauîne*.

Digitized by Google

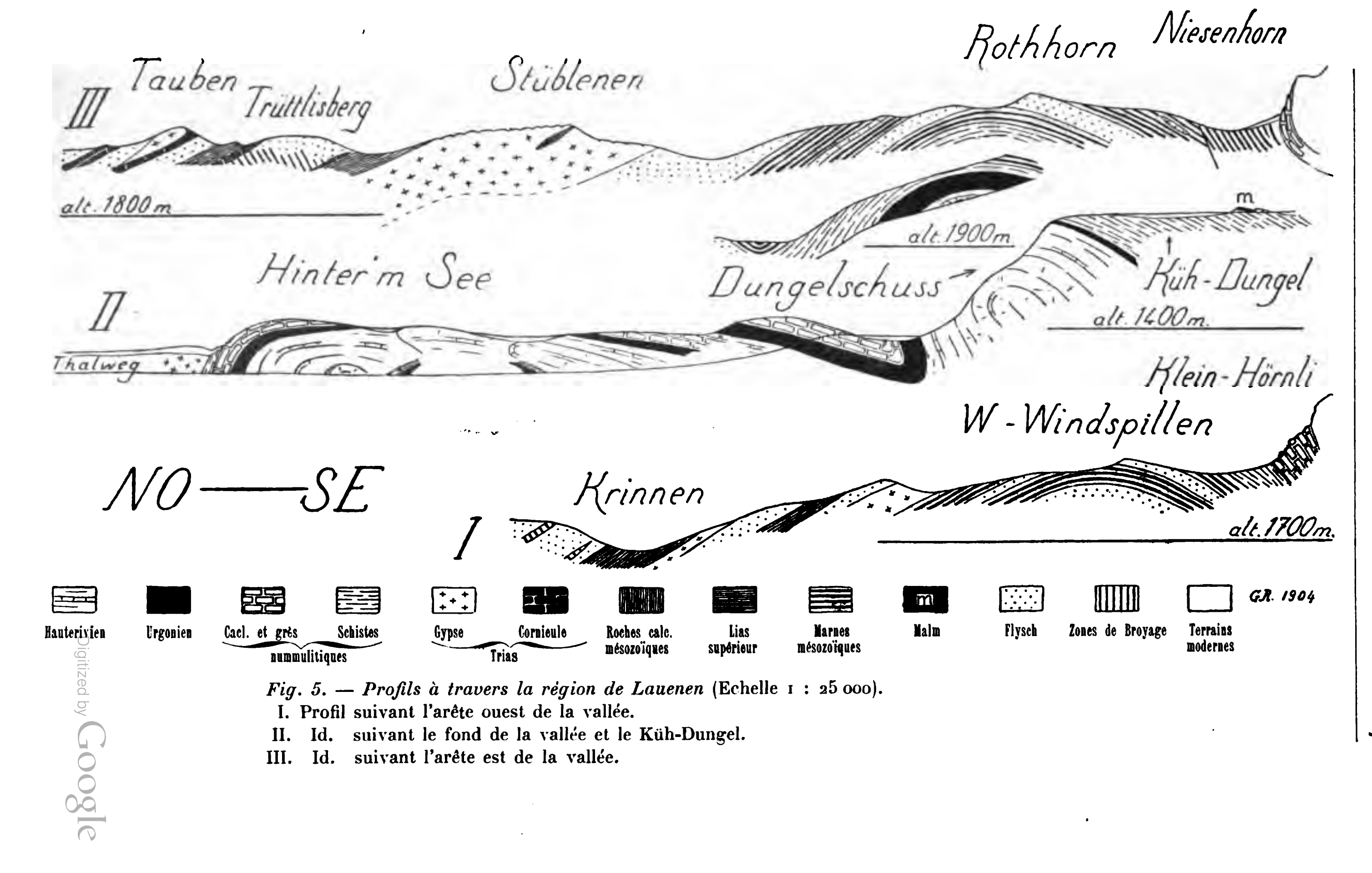


Fig. 5. — ***Profils à travers la région de Lauenen*** (Echelle 1 : 25 000).
I. Profil suivant l'arête ouest de la vallée.
II. Id. suivant le fond de la vallée et le Küh-Dungel.
III. Id. suivant l'arête est de la vallée.

Digitized by Google

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. 1834. B. Studer. — *Geologie der westlichen Schweizer-Alpen* (Karl Gross, Heidelberg u. Leipzig.)
2. 1877. S. Chavannes. — *Note sur le gypse et la cargneule des Alpes bernoises* (Act. Soc Helv., Bex).
3. 1878 M. de Tribolet. — *Sur l'âge stratigraphique de la zone gypsifère de Bex au lac de Thoune* (Viertelj. Naturf. Ges. Zürich).
4. 1878. G. Ischer. — *Blick über den Bau der westlichen Schweizer-Alpen* (Jahrb. des S.-A.-C., T. XIII).
5. 1878. G. Ischer. — *Ueber die Geologie der Niesenkette* (Act. Soc. Helv., Berne).
6. 1883. Favre, Renevier, Ischer et Gerlach. — *Carte géologique suisse au 100 000e, Feuille XVII.*
7. 1890. E. Renevier. — *Monographie géologique des Hautes. Alpes vaudoises* (Mat. carte géol. suisse, T. XXVI).
8. 1893. H. Schardt. — *Sur l'origine des Préalpes romandes* (Arch. Sc. phys. et nat. Genève, 3e période, T. XXX).
9. 1894. E. Quereau. — *Grenzzone zwischen Hochalpen und Freiburgeralpen* (Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br.).
10. 1895-96. M. Lugeon. — *La région de la Brèche du Chablais* (Bull. serv. carte geol. France, T. VII).
11. 1901. M. Lugeon et G. Rœssinger. — *Géologie de la haute vallée de Lauenen* (Arch. Sc. phys. et nat. Genève, 4e période, T. XI).
12. 1901. M. Lugeon. — *Sur la découverte d'une racine des Préalpes suisses* (Comptes-rendus des séances de l'Académie des Sciences. Janvier 1901).
12. 1902. M. Lugeon. — *Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse* (Bull. Soc. géol. France, 4e série, T. I).

Digitized by Google

614

Digitized by Google

Digitized by Google

QE 285. R6



Date Due

PRINTED IN U.S.A.

Digitized by Google


Digitized by Google